MEKATRONİK TEMEL BİLGİLERİ

+

"5M + 2E Manufuture"

Prof. Dr. Yük. Müh. M. Oktay Alnıak

nobel

MEKATRONİK TEMEL BİLGİLERİ + "5M + 2E Manufuture"

Prof. Dr. Yük. Müh. M. Oktay Alnıak

Editörler: Aylin Çelik Turan, Görkem Güler, Aslı Erçetin, Ayça Aytaçoğlu

Yayın No. : 2102
Mühendislik No.: 174
ISBN : 978-605-7928-10-8
Basım Sayısı : 1. Basım, Kasım 2018

© Copyright 2018, NOBEL AKADEMİK YAYINCILIK EĞİTİM DANIŞMANLIK TİC. LTD. ŞTİ. SERTİFİKA NO.: 40340
Bu baskının bütün hakları Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.ne aittir. Yayınevinin yazılı izni olmaksızın, kitabın tümünün veya bir kısmının elektronik, mekanik ya da fotokopi yoluyla basımı, yayımı, çoğaltımı ve dağıtımı yapılamaz.

Genel Yayın Yönetmeni : Nevzat Argun -nargun@nobelyayin.com-
Yayın Koordinatörü : Gülfem Dursun -gulfem@nobelyayin.com-

Redaksiyon : Nilay Balin -nilay@nobelyayin.com-
Sayfa Tasarım : Ahmet Solbaş, Ahmet S. Baydar -ahmet@nobelyayin.com-
Kapak Tasarım : Hüsnü Barış Baydargil
Baskı ve Cilt : Atalay Matbaacılık / Sertifika No.: 15689-
Büyük Sanayi 1 Cad. Elif Sok. No.:7/236-237 İskitler / ANKARA

Kütüphane Bilgi Kartı

Alnıak, M. Oktay.
Mekatronik Temel Bilgileri + "5M + 2E Manufuture" / *M. Oktay Alnıak*
1. Basım. xxvi + 462 s. 16x23,5 cm. Kaynakça ve dizin var.
ISBN: 978-605-7928-10-8
1. Termodinamik 2. Mekanik 3. Malzeme Bilimi 4. Makine

Genel Dağıtım

ATLAS AKADEMİK BASIM YAYIN DAĞITIM TİC. LTD. ŞTİ.
Adres: Bahçekapı mh. 2465 sk. Oto Sanayi Sitesi No:7 Bodrum Kat Şaşmaz-ANKARA - siparis@nobelyayin.com-
Telefon: +90 312 278 50 77 - **Faks:** 0 312 278 21 65
E-Satış: www.nobelkitap.com - www.atlaskitap.com - **Bilgi:** esatis@nobelkitap.com - info@atlaskitap.com

Dağıtım ve Satış Noktaları: Alfa Basım Dağıtım, Ana Basım Dağıtım, Arasta, Arkadaş Kitabevi, Başarı Dağıtım, D&R mağazaları, Dost Dağıtım, Güneş Dağıtım, Kitapsan, Nezih Kitabevleri, Prefix, Remzi Kitabevleri, TveK Mağazaları

Bu çalışmamı ilkokul Sınıf Öğretmenim
rahmetli Aziz Erdemir'e,
ilk matematik ve geometri derslerini aldığım
rahmetli Mehmet Cevdet Çağlar'a
ve rahmetli Erol Gülay'a ithaf
ediyorum.

ÖZÜ

Bu kitaba 2010 yılında başlamıştım. 2017 yılına geldik. Başladığımız işi bitirmek önemlidir.
Görevimiz çalışmak ve iyi örnek olmaktır. Bu kitap ile size geniş bir yelpazede teknik bilgi sunulmaktadır. Dilerim ki, bu bilgiler ile olayları yorumlayabilir ve doğru kararlar verebilirsiniz.

Aklınızın ermediği yerde frene basın ve durun. Düşünün! Bir bilene sorun. Bu kitabı okuyun… Teknik işler hata kaldırmaz!

Okuduğunu anlayan, anladığını problem çözerken uygulayabilen, problem çözmekten çekinmeyen teknik personelin yaptığı işe daha çok güvenilir

Bu makine, mekanik, mekatronik, malzeme, imalat, elektrik ve elektronik konularında problemleri çözmeye yönelik bir uygulama kitabıdır. Teknik konularda problem çözmek için sizlere faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

İşe uygun giyinin, az konuşun, çok çalışın. Hayatta her zaman düzgün olabilirsiniz. En kolayı düzgün olmaktır. Düzgün ve çalışkan insan olmak görevimizdir. Bu kitap teknik personel için bir yol haritasıdır.

Hepinize başarılar dilerim.

M. Oktay ALNIAK 24.03.2017

ÖNSÖZ

Değerli okurlar; öğrencilerime takdirlerimi ve meslektaşlarıma saygılarımı sunarım. Bu çalışma teknik personelin faydalanması amacıyla hazırlanmıştır. Başlangıçta, bu çalışmayı Bahçeşehir Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu'ndaki Mekatronik Bölümü öğrencilerim için hazırlamaya karar verdim. Bilahare, her seviyedeki teknik personelin okuyacağı ve faydalanacağı bir çalışma olduğunu değerlendirdim. Bu çalışmada; mekanik, makine, malzeme, imalat, elektrik, elektronik, bilgi teknolojileri ve mekatronik konularında bilgi yer almaktadır. Problemlerin seviyesi meslek olarak teknik işlerle uğraşan herkes için faydalıdır.

Bu çalışmadan öğretmen, öğretim üyesi, mühendis meslektaşlarım faydalanabilirler. Makine genel bir kavramdır. Mukavemet, hidrolik, pnömatik, termodinamik gibi değişik konuları kapsar. Malzeme bilimi ve seçimi her teknik personele gereklidir. Bir konuyu tam olarak bilmek iyidir. Bilmediğimizi öğrenmeye çalışmak faydalıdır. Bu çalışma, aynı zamanda bilgilerimizi güncelleme imkanı verir. Hayat boyu öğreniyoruz. Bir şey yapmak önemlidir! Bu kitaptaki bilgiyi öğrenirseniz kendinizi mesleğinizde güçlü hissedersiniz. Bilgili olmanızdan dolayı emeğinize güven, size saygı duyulur.

Akıl çalıştıkça canlı kalır. Görevimiz beynimizin hücrelerini çalıştırmaktır. Kelimeleri, formülleri, kavramları kullanmazsak unuturuz. Bilmece çözün, problem çözün ve beyni çalıştırın. Faydalı bir şey yapmak ve insanların hizmetine sunmak önemlidir. Emeklerimiz bir işe yarasın amacıyla size bu kitabı sunuyorum. Bu çalışmamızın sizler için faydalı olduğundan emin olunuz. Değerli öğrencilerim, bu kitapta geçen konuları bilmeden ve uygun yerlerde kullanmadan sizin hayata başlamanıza gönlüm razı gelmez. Bunları bilmezsek yetişmemiş oluruz. En kötüsü okuduğumuzu anlamayız, kazalara sebebiyet verebiliriz. Kazalardan kendimiz zarar görürüz. Başkasına zarar verebiliriz.

Size tavsiyelerim vardır. Her işte önce sağlam bir temel kurunuz! Üzerine ne koyacaksanız sağlam temelin üzerine inşa ediniz! Sabırlı ve dikkatli olunuz. Zor olarak görünen her problemi çözmenin bir yolu vardır. Öğrenmek için teşebbüs ediniz. Problemi çözmeye teşebbüsten, öğretmene sormaktan, kitapta aramaktan çekinmeyiniz! Çözerken doğru çözüm yolunu bulacaksınız. Yapılan işi zorlaştırmayın, kolaylaştırın. Derslerinizdeki öğretim personeli size basit sorular sorarlar. Bir zor soru yanında bir, iki tane de kolay çözümlü soru sormuşlardır. Amaç sizin bilginizi ortaya çıkarmaktır.

Yolda dikkatli yürüyün. Dikkatli ve sabırlı araç kullanın. Yolunuzu şaşırmayın! Gittiğiniz yolu kontrol ediniz. Bilmediğinizi sorunuz. Bilmediğimiz bir konuda "sormak ayıp değil, öğrenmemek ayıptır" sözünü hatırlayınız. İşini en iyi yapan olmaya çalışınız. Zeki ve afacan olurken, çalışkan da olunuz. Soruları çözerken "Acaba doğru yaptım mı?" diyerek problem çözümlerinizi kontrol ediniz. Dikkatli olun. Yolda yürürken tökezleyip düşmeyin.

Doğru insanlarla, doğru zamanda ve doğru mekânda faydalı iş yapmak önemlidir. Başarılı olmak için çalışkan ve sabırlı olmak gerekir. Zamanı iyi kullanın. Bu vasıfları taşıyorsanız size güven duyulur. Daha da mühimi, sizin kendinize olan öz güveninizin olmasıdır. İşinizi kızmadan, sevgi ile yapın. Kızgınlık beyni yanlış işler yapmaya sevk eder. Her zaman sabırlı ve nezaketli olunuz. Bilin ki siz kazanırsınız…

Değerli okurlarıma saygılarımı, kıymetli talebelerime sevgi ve takdirlerimi sunarım.
19.10.2013 Sarıyer / İSTANBUL

Bir Bayram Öyküsü... Sayın okuyucularım, değerli öğrencilerim; bugün 29 Ekim 2013 Cumhuriyet Bayramı. Hepimizin Cumhuriyet Bayramı kutlu olsun. Gelişmiş ve demokratik bir ülkede yaşayabilmek ve dünyadaki gelişmiş ülkelerle rekabet edebilmek için genç nesillerin daha bilgili, çalışkan, memleket sever, adaletli, etik, cesur olmasına bağlıdır. Özgürlük ve onurlu yaşam arzusu bizim idealimizdir. Bu yolda gayret gösteren çalışkan öğretmenlerimizi, geleceğimiz olan değerli öğrencilerimizi ve sayın vatandaşlarımızı gönülden kutlarım. Milletimiz uygarlık alanında yaptığı çalışmalar ile önemli görevleri başarmıştır. Türkiye Cumhuriyeti'nin temellerinde ilim, barış, özgüven ve birlik ana fikirleri vardır. Bu değerler Gazi Mustafa Kemal Atatürk'ün güzel sözlerinden alınmıştır. Atatürk'ün "Hayatta en hakiki mürşit ilimdir, fendir." vecizesindeki mürşit "doğru yol gösterici" demektir.

Değerli öğrencilerimiz; bilimden ve fenden ayrılmayınız. Değerli devlet adamlarımız; bilime ve bilim insanlarına değer verilirse ülkemiz kalkınır. Bilim insanlarımızın değerini bilmek bir görevdir. Bu değer bilinirse daha gelişmiş ülke oluruz. Dürüst ve çalışkan olmak temel görevimizdir. Bu kitapta mekatronik bilim dalının temelini sağlayan ilim ve fen konularında çalışılmaktadır. Medeniyet için fen gereklidir. Çalışmamızın faydalı olmasını dilerim. Türkiye Cumhuriyeti'nin sonsuza kadar yaşayabilmesi, ancak ilim ve bilimin takip edilmesiyle ve hepimizin daha çok çalışmasıyla mümkün olabilir. Bu ana fikirler çerçevesinde 2014 yılında Cumhuriyet Bayramımızı tekrar kutlarım. Cumhuriyet halkın ve hakkın yoludur. Gerçek anlamda memleketimize güven ve refahın gelmesi, ancak Türkiye Cumhuriyeti'ne güvenenler, hürriyetini sevenler ve ona sahip çıkanlar sayesinde mümkün olabilir. Bilimi sevenler için tasarladığımız bu kitap teknik alanda çalışan herkese bir bayram armağanıdır. 29.10.2013

Bugün bu kitapta redaksiyon çalışması yapıyorum. Uzun zamandır işlerim nedeniyle bu kitaba dönemedim. Bir emek verdik, zamanında hizmete sunmak gerekir. Tesadüfe bakınız. 28.12.2014 tarihine gelmişiz. Aradan neredeyse bir yıl geçmiş! Son bir yılda öyle olaylar oldu ki, ben yazmayı, çizmeyi bıraktım... Bu vesileyle eşiğine geldiğimiz 2015 yeni yılınızı da kutlarım. Sağlık ve saadetler dilerim. Hayatta bir şey yapmak önemlidir. Hiçbir şey yapmadan, tenkit edenlerden olmayın. Hayatımız tatlı bir tebessüm olsun... Bu kitapta yazılı olanları bilirseniz, kitap size özgüven sağlayacaktır. Başarı dileklerimi ve takdirlerimi sunarım.

TEŞEKKÜR

1962 yılında hayata atıldım. 1966 yılından beri temel bilimler, mühendislik ve teknoloji ile uğraşıyorum. 1981 yılında öğretim üyesi olarak akademik hayata başladım. Üniversite ortamında çalışıyorum. Bu güzel çalışma ortamının yaratılmasında çevremizin katkısı vardır. Bu nedenle hepinize teşekkür ederim. Bu çalışmamız teknik bir uygulama kitabıdır. Son birkaç senedir öğrencilerime teknik kitap hediye etmeyi planlıyordum. Bu kitabı tamamlamış olmaktan dolayı memnunum. Bir sözü yerine getirmek değerlidir. BAU'dan talebem Mekatronik Mühendisi Atakan KİRACI büyük sabır göstererek kitabın birinci versiyon formülasyonunu tamamladı. 29.06.2011 tarihinde bu teşekkür yazısını yazmışım. Bu kitabı yazarken uzun ve meşakkatli bir yola çıkmışız. Ben ve arkadaşlarım göz nuru dökmüşüz.

Formülleri elektronik ortamda yazmak iğne ile kuyu kazmak gibi zaman aldı. Bu kitabın birinci versiyonunun hazırlanmasındaki emeği nedeniyle Atakan Kiracı'ya, çalışmanın ikinci versiyonundaki çalışmaları nedeni ile master talebem İpek Yazıcıoğlu'na, üçüncü versiyondaki gayretleri nedeni ile lisans talebelerim BAU Mühendislik Fakültesinden lisans öğrencilerim Uğur ERMAN'a, Oğuz Kaan GÜNDÜZ'e teşekkür ederim. SDÜ'den Doç. Dr. Fevzi BEDİR'e teknik düzeltmeleri nedeniyle teşekkür ederim.
Boğaziçi Üniversitesi'nden, Kara Harp Okulu'ndan ve Milli Savunma Bakanlığı'ndan meslektaşım Yük. Müh. E. Alb. Abdi KORKMAZ bu çalışmanın dördüncü düzeltmesini yaptı. Karabük Demir Çelik'ten Arge Baş mühendisi Feridun DENGİZEK'e ve BAU'dan Prof. Dr. Oktay ÖZCAN'a konuya gösterdikleri ilgilerinden dolayı teşekkür ederim. Bu çalışmanın sekreteri, BAU'dan talebemiz ve Çevre Mühendisi olan Özgün Hazan KARACA'nın önemli bir iş başardığını değerlendiriyorum. Sabırlı ve dikkatli çalışması için teşekkür ederim. Bu çalışmamın temelini onunla kurduk, fakat bizim işimiz devam ediyor. İTÜ'den lisans öğrencisi Mehmet ÇAĞLAR'a ve BAU'dan öğrencilerim Buse Havva IRAK'a ve Berkehan ÖMRÜUZUN'a redaksiyon çalışmaları için teşekkür ederim.

Her şey bittikten sonra bu çalışmayı tekrar kontrol edeceğiz. Bu kadar çalışmadan sonra hala terminolojide ve birimlerde hataların bulunmasını birimlerin farklılığı ve eğitim sistemi dikkate alındığında normal buluyorum. Birim sistemleri üzerinde metre, inch, kg, kgf., Newton, pound, libre, bar, Pascal, psi standardı sağlanmadıkça, sistemlerde farklılıklar oldukça bu hatalar olabilir. Görevimiz farklı terminolojilere rağmen doğru işlem yapabilmektir. Kitap hazırlama konusundaki çalışmalarımız amatör gayrettir.

Yabancı kitapların editoryal hizmetlerinde önemli profesyonel yardımlaşma vardır. Her konuda uzman öğretim üyeleri çalışmalarda görev alır ve seçkin bir kadro bilim kitaplarının hazırlanmasına emek verir. Memleketimizde yabancı ve meşhur yayınevlerinin kitaplarını tercih etmekteyiz. Yabancı kitaplarda da yazım hatası olabiliyor. Bir eserde yazım hatası olduğunda kalite düşer. Çalışmalarımızda "Keşke şu hatayı yapmasaydık!" yerine, vakit varken biraz daha göz nuru dökelim ve hatasız bir çalışma ortaya koyalım isteriz.

Bütün mesele her işimizde gereken ciddiyeti gösterebilmektir. Emeği geçenlere tekrar teşekkür ederim. Gönüllü desteğiniz bizim için çok değerli olmuştur. İlginiz ve nezaketinize müteşekkirim.

Hazırlamış olduğumuz bu çalışmaya sosyal ortamında katkıları vardır. Bu çalışmalar huzurlu ortamda yapılabilir. Bu işlerden profesyonel yazar olarak ekmek parası kazanmayı amaçlamıyoruz. Hizmete yönelik bir gaye taşıyoruz. Çalışmalarımız eğitime vakfedilmiştir. Sorularımız özgündür. Kendimiz emek verdik ve çözümlerini yaptık. Bu çalışma Bahçeşehir Üniversitesi'ndeki 2004-2015 yıllarındaki faaliyet dönemime aittir. Bu kurumdaki çalışanlara, idarecilerimize, öğretim kadrolarımıza ve öğrencilerimize kendileriyle bulduğum güzel çalışma imkanları nedeniyle teşekkür ederim.

Çalışmalarımıza mekatroniğin alt yapısını oluşturan elektrik, elektronik ve bilgi teknolojileri konularının ilave edilmesinin bu kitabı daha faydalı hale getireceğini değerlendirdim. Bizi mekanikten mekatroniğe yaklaştıracağını düşünerek, Dr. İnci Zaim GÖKBAY'ın, Aylik Çelik TURAN'ın kitaba bilimsel katkıda bulunmalarını rica ettim. Katkı sağlayanların kitap bölümlerinde hazırlamış oldukları bilginin faydalı olduğundan emin olunuz. Bu bilgilerle sanayide ve eğitim kurumlarında daha bilinçli iş görülür. Bahçeşehir Üniversitesi'nden değerli meslektaşlarım Dr. İnci Zaim GÖKBAY'a ve Aylin Çelik TURAN'a bölüm yazarlıkları nedeniyle takdirlerimi sunarım. Kara Harp Okulu'ndan meslektaşım Doç. Dr. Sedat NAZLIBİLEK kitaba yeni bölüm eklemeyi arzu etti. Kitap bilgi kaynağı olarak zenginleşiyor. Kendilerine teşekkür ederim. GYTE'den talebem Malzeme Bilimi Mühendisleri adına Mahmut UYSAL'a çalışmaya katkıları nedeniyle teşekkür ederim. Son olarak kitaba Son olarak kitabı Y. Müh. Abdi KORKMAZ, Prof. Dr. Mehmet ÖZKAYMAK, Dr. İbrahim ÇAYIROĞLU, Dr. İsmail ESEN kontrol ettiler. Hepsine teşekkür ederim. 18.02.2016 tarihine kadar ben defalarca kontrol ettim. Bugün kitabın dokuzuncu redaksiyonunu yapması için bu kitaba çok emeği geçen BAU'dan öğrencim Ahmet SOLBAŞ'a vereceğim. Yapacağı düzenlemeleri tekrar kontrol edeceğim. Bu işe çok emek vermek gerekiyor. Hatasız bir çalışma ile mahcup olmayalım. Ahmet Solbaş sabırlı ve çalışkandır. Sanırım hatasız tamamlarız. Hepinize en iyi dileklerimi sunarım

Bu kitaba son olarak hidrolik, pnömatik ve teknik resim konularında özel ilavelerimiz oldu. Sayın hocalarım; Doç. Dr. Yüksel PALACI, İbrahim TÜRKOĞLU, Dursun DURKAL ve Muttalip KILIÇER bu kitabın daha değerli olması için konuları ile ilgili özel bir bölüm ilave ettiler. Hidrolik ve pnömatik konuları teorik olarak güçlendi, resimler standarda uygun oldu. Emekleri için çok teşekkür ederim.

Son olarak bir hakkı daha teslim etmek isterim. Eşim Günay ALNIAK, oğullarım Ş. Tunç ALNIAK ve M. Dinç ALNIAK huzurlu bir aile ortamının bireyleri olarak bana her zaman destek olurlar. Hayatımız aile olarak okumak, öğrenmek ve öğretmekle geçti. Çok şükürler olsun, yaşamı ve huzuru bölüşüyoruz. Kendilerine sevgilerimi, teşekkürlerimi ve takdirlerimi sunarım.

Zaman adeta akıyor. Yazdığım bir yazının nostalji olsun diye tarihini atıyorum ve değiştirmiyorum. Önsöz ve teşekkür sayfalarını yazdıktan sonra zaman ne kadar çabuk geçmiş. Size tavsiyem; bugün yeni bir gün. Arkanıza bakmayın, ileri bakın. Yeni güzel şeyler planlayın.

Değerli gençliğimize, öğrencilerimize ve evlatlarımıza başarılar dilerim. Bahtınız açık olsun. Hoşça kalınız.

M. Oktay ALNIAK, 19.02.2016 Tuzla / İSTANBUL

Bizim devrimizde, 1950'lerde tasarımcı, grafiker yoktu. Matbaada kurşun harfler kullanılırdı. Bu kitabı hazırlarken çok şey öğrendim. Bu kitabın formüllerinin yazılışında eski model bir yazılım programıyla iş yapmaya başlamışız. Formüller ne kadar zor yazılıyor veya değiştiriliyor! Bu kitabı hazırlamak iğne ile kuyu kazmak gibi bir şey oldu. Bugüne kadar yaptığım işlerin en iyilerinden birisi bu kitabı hazırlamaktır…

M. Oktay ALNIAK, 04.03.2015

MEKATRONİK NEDİR?

Değerli Okurlar,

Çağlayan Kitabevi'nin sahibi Sayın Tuncay Çağlayan benden bir ricada bulundu. Kitabın başına "Mekatronik nedir?" diye bir açıklama koyalım arzu etti. Ben de "bir sayfa yazalım iyi olur" diye düşündüm. Kendisi bir hukukçudur. Benim değerli dostumdur. Tokatlayan İş Hanı'ndaki ofisine her gidişimde bana yeni basılmış teknik kitaplarından hediye eder. Mühendislik alanında çalışacaklara faydalı teknik destek sağlar. Bizim büyüğümüz olur, ricasını yerine getirmek benim için zevkli bir görev olacaktır. Burada bu paragraf ile kendisine teşekkür imkanı bulduğum için bahtiyarım.

Beş altı yıl önce bir gazetenin eğitim haberleri bölümünden bana "mekatronik nedir" diye sorulmuş ve benimle röportaj yapılmıştı. Sonra gazete de yazılanları okudum. Ne demişsem onu yazmışlar. Röportajda "makinelere meraklı olanlar, güzel teknik resim yapanlar, hayal kuranlar, legolarla oyun oynayanlar mekatronik bölümünü seçsinler, başarılı olurlar" demiştim. Mekatronik hakkında söylediklerim ve yazılanlar sanırım böyleydi. Gazetedeki haberi bulayım dedim. Bulması zor! Son yıllarda bir kaç defa bilgisayarıma virüs geldi ve çalışmalarım yok oldu. Sizin tabirle "bilgisayar çöktü". Tam da ifade etmek istediğim gibi, bilgisayarımın ve benim canım yandı. Yıllardır verdiğim emekler boşa gitti. Gönderilen virüslü posta her şeyi mahvetti. Bilgisayarı açalım dedik, açamadık. Virüsü gönderenler para istediler. Açmayı da garanti etmediler. Böyle işleri yapanların cezalandırılması gerekir. Siber tehlike! Bereket, flash belleklere geçmiş yıllarda çalışmalarımı kaydetmiştim. Kaydettiğim bilgilerle yeniden bilgisayarı kurduk.

Çalışmaya devam ediyoruz. İşte bu sebeple "Mekatronik nedir?" sorusunun cevabını yeniden yazıyorum.

Mekatronik, başlangıçta makine ve elektrik ana bilim dalı bilgilerinin karışımı olan teknik bir bilim dalı olarak ifade ediliyordu. Zamanla elektronik bilgileri de yaşamımızda çok gerekir oldu. Makine bilgisi de gerekiyor. Malzeme her işte önemlidir! Makine, mekanik, malzeme, manufacturing (imalat) , elektrik veelektronik konularına ihtiyaç olduğu görülüyor. Kitabın adına "5M Manufuture" ilave etmiştim!

Tuncay Çağlayan Bey "Kitap mademki elektrik ve elektronik bilgileri içeriyor, o zaman + 2E ilave edelim" dedi. Bu teklif bana uygun geldi. Bu defa kitabın adı "5M+ 2E Manufuture" oldu. Diğer bir konu "Bu kadar bilgiyi kim nasıl öğretecek ve öğrenecek" sorusu akla gelebilir. İşte bu durumda eğitimle ilgili yeni sorunlar ortaya çıkıyor. Eğitim ve öğretimde amacı iyi bilmek gerekir. Amaca uygun gerek ve yeter bilginin sağlanması önemlidir. Teknik konularda çalışanlar mukavemet, otomasyon, elektrik, elektronik, bilgisayar konularında bilgili olmalılar. Ön lisans ve lisans seviyesindeki teknik programlarda bu konular okutulmaktadır.

Okutulanların özümlenmesine biz bu kitapla katkı sağlamayı amaçlıyoruz. Öğrencilerin başarılı olmasını dilerim. Mekatronik bilim dalında başarı sağlamak için matematik ve pozitif bilimlerde hizmet veren öğretmenlerin ve hizmet alan öğrencilerin öğretme ve öğrenme konusunda daha arzulu olmaları temenni edilir. Memleketin teknik eğitim politikasının günümüze uygun olması şarttır.

Değerli öğrencilerimiz; teknikten yılmayınız, matematik, fizik, temel bilimler önemlidir ve vazgeçilmezdir. Makine, mekatronik, elektrik konularında çalışanlar iş kazalarına karşı tedbirli olmalılar. Mekanik, mekatronik konularında görev başı eğitimleriyle bilgilerin pekiştirilmesi gerekir. İş yerinde veya dışında açılacak kurslar ile personelin hayat boyu eğitimi sağlanmalıdır. Kanaatimce, bu kitap uygulamalı teknik konularda size faydalı olacaktır. Bundan emin olunuz. Ben bu kitaptan çok yararlanıyorum. Kitabın size faydalı olmasını dilerim.

26.05.2015

KİTAP HAKKINDA

"Sayın Hocalarım; bugün 27 Ağustos 2012. Memleketim olan Eğirdir'deyim. Birkaç günlüğüne geldim. Ata memleketimiz Yalvaç'tır. 1952 yılından beri Eğirdir'de otururuz. Bu kasaba çok özel ve güzeldir! Ben Eylül aylarında biraz hüzünlenirim. İnsanlar ilkbaharda başka olurlar."

"Makale nasıl yazılır?" diye soran bir arkadaşlarıma "Önce teşebbüs ediniz." demiştim. Makale, kitap, bina aynı şey! Makale veya kitap hazırlamak bina inşa etmek gibi bir şeydir. Temeli ve mimarisi vardır, bina biterken çatıya bayrak dikilir. Makale yazmak, bana göre böyle bir şeydir, ancak bu sanatın sosyal bilimlerde dersi vardır. Önce çalışmak ve uygun malzemeyi sağlamak lazımdır. Ben içimdekileri doğaçlama yazarım, yazdıklarımın sırasını aklım kendisi sıralar. Size gönderdiğim elektronik postaları dikkatle okurum. İmlâ hatasını sonradan fark edersem üzülürüm. Kelimelerde bazen harf hatası olabiliyor. Yazıları gözümüz o kadar seçebiliyor. Yazılarımızda hata varsa kusuruma bakmayın. Ancak asgari bir bazen iki defa okurum. Benimle çalışanlara da ayrıca okuturum. Niçin? Sizlere olan saygımdan dolayı böyle yaparım. Talebelerimizden dikkatsiz yazılmış ödevler aldığımızda hafif kızarız! Hepimizin görevi kibar, güzel, doğru bir dil kullanmaktır. Yazarken olduğu gibi konuşurken aynı özeni göstermek nezaket gereğidir. Öğrencilerimle ve sizlerle haberleşirken dile dikkat ediyorum. Sevgi ve saygı birinci derecede nazara aldığım hususlardır. Çünkü sizler gibi çok değerli insanlarla haberleşiyorum. Herkesin kalbi kristal bardak gibidir! Siz medyanın 3. sayfasına ve siyasete bakmayınız!

Dün 30 Ağustos 2012 Zafer Bayramı nedeniyle dostlarımıza bir elektronik posta ekinde "Mekatronik Teknolojileri" isimli taslak bir kitap göndermiştim. Yazıyı tekrar okudum. Bir iki harfi atlamışım. Gözlerim yorulmuş ve o kadar görebilmişim. Kusura bakmayınız. Redaksiyon konusunda fahri yardımcılarımızın çalışmalarının önemli olduğu aşikardır. Bayram tebriğinin gününde gönderilmesi gerektiğinden redaksiyona zaman yoktu. Bazı hocalarıma ve dostlarıma dağıtımını yaptığım aşağıdaki metni, adres defterimdeki geniş bir dost grubuna göndermeyi uygun buldum. Mesele sizlerle dertleşmektir. Ben yazının şiirsel bir işbirliği yönü olduğuna inanırım. İş birliği ve iş bölümü güzeldir. Meraklı hocalarım bu çalışmamızın bir bölümünü okuyabilirler. Sayın hocalarım, uzmanlık alanlarına göre isteyen mekanik, isteyen mekatronik, isteyen malzeme konusunu inceleyebilir.

Bu konuları bilenteknik personele ihtiyaç vardır. Bu çalışmanın teknik personel için uygulamaya yönelik esaslı bir alt yapı sağlamasını dilerim.

Çalışmalarımız dinamiktir. Durmadan çalışmalarıma ilaveler yaparım. Kitabımızın son şekli ektedir. Bayram hediyesi olarak sunuyorum. Vaktiniz varsa ekteki "Mekatronik Teknolojileri" taslak kitabımızın yeni metnini inceleyebilirsiniz. Önerilerinizi beklerim. Önerilerinize şimdiden teşekkür ederim. 30 Ağustos 2012 Zafer Bayramı'nızı en iyi dileklerimle tebrik eder, saygılarımı sunarım.
01 Eylül 2012

Bu çalışmaya katkı sağlayan değerli Aylin, Atakan, Doğan, İpek ve katkı sağlayan diğer sevgili teknik arkadaşlar; bu kadar kalabalık bir ekiple çalıştığımı şimdi idrak ediyorum. İyi ki varsınız! 30 Ağustos Zafer Bayramı'nız kutlu olsun. Her bayramda tebrike ilave yeni, sosyal ve uygarlıkla ilgili bir konu buluyoruz ve size gönderiyoruz. Önerdiğimiz her konu uygarlığın ülkemizdeki ilim ve bilim hedeflerini geliştirmek içindir. Bu kitap üç-beş yıldır talebem Atakan Kiracı ile elimizdedir. İsmi ve tekrarlardan arındırılması dahil esaslı bir redaksiyonlardan geçti. Bu bilgileri öğrencilerin öğrenmeden mezun olmaları bizi üzer. Öğretmenlerin "Ne öğretmek istedim? Ne öğrettim?" diye kendilerine sormaları lazımdır. İşte benim öğretmeye çalıştıklarımın özeti bu kitapta yer almıştır. Bu çalışmayı bilgisayarda bu hale getirmek, iğne ile kuyu kazmak gibi bir şey!

Bu çalışma MYO ve mühendislik öğrencilerimiz için gerekli olabilir. Mühendislik talebelerimizin de bu kitaptan öğrenecekleri konular olduğu kanaatindeyim. Bilgi her zaman faydalıdır, ancak bilginin doğru olması gerekir. Bu işte vebal alıyoruz. Yanlış bilgi vermek ve birim, hesap hatası yapmak vebal almak demektir. Uygun olmaz. Bu sebeple Türkiye'de kitap yazmak zor oluyor. Bu işlere yardımcı arkadaşlar gereklidir. Redaksiyon yardımı alınmayan kitaplarda çok hata oluyor. Hata ile karşılaşınca esere ve yazara olan itimat azalıyor. Yabancıların nasıl çalıştığını biliyoruz. Her konuda yayınevlerinin 100 civarında uzmanı vardır. Hepsi ücreti karşılığı işini profesyonel olarak yapar. Ben kitaplarımın parayla satılmasından utanırım. Her kitabımı kendim bastırdım. Parasını kendim ödedim. Benim yetişme tarzım böyledir. Bu düşüncemin değişmesi gerekir. Çünkü, böyle yapmakla evimdekilerin hakkını ve hukukunu düşünmemiş oluyorum. Toplumda yazarlarımız teşvik edilmiyorlar. Benim son on yılda ISBN numaralı altıncı kitabımdır. Bu işlerden bir TL kazancımız olmamıştır. Bu işleri maaşımızla yapmaya çalışıyoruz.

Türkiye'mizde kitap yazmaya ve satın almaya karşı bir isteksizlik var! Öğrenciler kitap satın almıyorlar.

Fotokopi aldı başını gitti. İstanbul'da, masasında örtü ve peçete olan bir lokantada bir porsiyon yemek kaç liradır? Kitaplar bir porsiyon yemek parasından ucuz olsa bile satılmıyor. İnsanlarımız kitap dışında çok şeye para buluyorlar. Ben yaptığım bu işlerden memnunum. Eşe, dosta ve öğrencilerime kitap hediye etmek hoşuma gidiyor. Bu arada aklıma gelen bir anımı anlatayım. Ders kitabı yazmaktan para kazanılmayacağını Prof. Dr. Kemal TARHAN Bey 1966 yılında bize derste söylemişti. Rahmetli hocamız bize mukavemet "strength of materials" konusunda ders vermişti. Mahmut MUCUOĞLU Beyi de bu vesileyle rahmetle anmak isterim. "Design of Machine Elements" dersimizin hocasıydı. Bu iki hocamızın dersini severdim. Sayın hocalarımı bir vefa ve saygı gereği bu öykü ile rahmetle anıyorum. Onların sayesinde 30 yıldır bu konularda öğretiyorum. Hayatımızı bu konulara adadık, çocuklarımızı okuttuk! Hayatta profesör, general, öğretmen, mühendis olmuş, mesleklerinin zirvesinde değerli talebelerimiz var. Bizler gönül zengini olduk.

Teknik amaçlı bu kitabı tamamladığım için mesudum. Hazırlanması kaç senedir uzadı gitti. Öğrencilere elastik deformasyonu anlatırken, gerilme-gerinme olayını "Malzeme lastik gibi uzuyor, sonra geri geliyor." diyorum. Ne kadar kuvvetle çekerseniz o kadar uzuyor. Biraz daha çekerseniz kopuyor! Biz de bu işte biraz gerildik! İşimiz uzadıkça uzadı. Bereket çok iyi yardımcılarımız var. Sıra kitabın son redaksiyonuna, basılmasına ve okunmasına geldi! Bizim kitap çok satmayacağından korsan baskısı çıkmaz sanırdım. Bir de ne göreyim, okulda öğrenciler benim kitabın fotokopisini kitap yapmışlar ve karıştırıp duruyorlar. Sınavlardan önce elimizde bir kitabımız olsun amacıyla elektronik ortamda ders notlarını paylaşmıştım. Çalışmalarımız zaten öğrencilerimizin okuması ve öğrenmesi içindir. Bizim yapacağımız iş tamamlandı ve yorgunluk bitti. Şimdi aşağıdaki öyküleri yazarken dinleneceğim. Bu çalışmayı yapabildiğim ve öğrencilerime verdiğim sözü yerine getirebildiğim için ayrıca mutluyum. Bu kitap kendi kendimize verdiğimiz bir uğraşının sonucu ve göz nurunun emeği olarak ortaya çıktı. Bir faydası olur mu? Tabii ki olur...

Teknik işlerle uğraşırken yorulduğumda sosyal konularda yazılı düşünmeye çalışırım. Beni dinlendirir. Bayram ve benzer vesilelerle düşüncelerimi dostlarımla paylaşırım. Vakti olanların yazılarımı okumalarını dilerim. Birkaç yıldır gündemimde bu kitap vardır. Temel bilimlerin ve temel teknolojilerin eskimesi söz konusu olmadığından temel bilgi ve teknolojilere dayalı problem çözümlerine ilişkin olan bu kitabın da eskimesi düşünülemez kanaatindeyim. Ben kitabı bitirdim. Güzel basımlı ve faydalı bir çalışma olacaktır. İşin esası matematik ve sembollere dayanınca yapılan çalışma uzun sürdü, iğne ile kuyu kazmak gibi oldu...

Jonn H. Perry, Robert H. Perry, "Engineering Manual", 1959 McGRAW - HILL Book Company, INC. kitabı bana enteresan geldi. 50 yıllık kitap. Aradan bunca yıl geçmiş. O kadar güzel hazırlanmış ki! Kitabı babası hazırlamış, oğlu basımına devam ediyor. Biz neden böyle güzel çalışmalar yapamıyoruz, diye düşünürüm.

21.12.2012 Sarıyer / İSTANBUL

Aylar çabucak geçmiş. 30 Ağustos 2012 tarihinden 21 Aralık 2012 tarihine gelmişiz. Dün İstanbul'a kar yağdı. Sarıyer Belediyesi kar temizliği tedbiri almamış. 3 kilometrelik Sarıyer yokuşunu 3 saatte çıktık! Yolların bakımı ve açılması İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne ait! Sorumluluk onun! İki belediye işi birbirine bırakmış! Eziyeti vatandaş çekiyor.

Haftaya yeni bir yıla giriyoruz. Bugünlerde yeni umutlar ve yıllar... Yeni yılınızı tebrik ederim. Sağlık ve saadetinizi dilerim. Acılı, tatlılı günler geçiyor. Milletimize hayırlı bir gelecek dileriz. Arkadaşlarımıza mutlu bir yaşam ve gelecek temenni ederiz. Talebelerimize başarılar dileriz. Dünyaya selam! Barış dileriz...

Şirince'den haber var mı? "2012 yılında Maya Takvime göre dünyanın sonunun geldiği ve Şirince'de yaşayanlara bir şey olmayacağı" konusunda magazin rivayetleri var! Ekmek, barış, huzur, ilim, Cumhuriyet, demokrasi, özgürlük önemlidir. Bunlar olursa bu kitap daha kolay yazılır ve anlaşılır. Bu kitabın ürünleri daha değerli olur. Siz bilimden ayrılmayın. Sizi teknik konularda ihmal etmiş değilim. "Mekatronik Teknolojileri" kitabının kontrollerini bu sebeple bitirmemiştim Çalışmalara ara vermiştim. Biraz kafam dinlensin istedim. Şimdi sizin teknik kitabı bitireceğim. Bu kitabımız teknik talebelerimize faydalı olacaktır. Bu bence önemli bir görevdir. Şimdiye kadar ki çalışmaların en güzeli sayılabilir.

Kendi konumuz ve kendi emeğimiz.

Sonuç olarak; bugün 24.12.2012 günlerden Pazartesi. Kitaba yeni ilaveler yaptım. Son şeklini bazı hocalarıma tekrar sunacağım. Kontrol edilmesini rica edeceğim. Bilgiyi bölüşmeye çalışıyoruz. Bu kitabın faydalı olmasını dilerim. Keşke okunsa ve biz bilime ve teknolojiye katkı sağlamış olsak, öğrencilerimiz faydalansalar...

Kitaptaki problemleri kendim yazdım ve çözdüm. Kendi emeğim olsun istedim. Cevap anahtarı hazırladım. Problemleri çözmek öğrencilerimin ve kitaptan faydalanmak isteyen öğretmen arkadaşlarımın görevidir. Bir hata varsa düzeltiriz. Verdiğim şıklardan birisi doğrudur.

Değerli arkadaşlarım; geleceğiniz parlak olsun. Siz geleceğimizin yıldızlarısınız. Hepinize başarılar dilerim. Rabb'im devletimizi, milletimizi felaketten korusun. İlimden, fenden ayrılmayalım. Amin. Hoşça kalınız...

Prof. Dr. Yük. Müh. M. Oktay ALNIAK / 11.05.2015

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....v
TEŞEKKÜR.....ix
MEKATRONİK NEDİR.....xiii
KİTAP HAKKINDA.....xv
SEMBOLLER LİSTESİ.....xxii
I.BÖLÜM
Birimler.....1
II. BÖLÜM
Enerji Ve Termodinamik.....7
III. BÖLÜM
Mekanik.....33
IV. BÖLÜM
Makine Bilgisi.....61
V. BÖLÜM
Malzeme Bilimi.....105
Malzeme Bilimi Soru ve Cevaplar.....106
Bakır Esaslı Malzemelerin Yüksek Sıcaklıkta Deformasyonu.....125
Malzeme Bilimi Araştırma Konuları.....153
VI. BÖLÜM
İmalat Hesapları Hakkında Bilgiler.....181
VII. BÖLÜM
Hidrolik ve Pnömatik Mekanizmalar.....209
VIII. BÖLÜM
Hidrolik Akış Kontrol Valfleri.....229
IX. BÖLÜM
Basınç Kontrol Valfleri.....309
X. BÖLÜM
Hidrolik ve Pnömatik Problemleri.....327
XI. BÖLÜM
Temel Elektrik.....357

XII. BÖLÜM
Elektrik – Elektronik....377
XIII. BÖLÜM
Bilgisayar Destekli Teknik Çizim....401
XIV. BÖLÜM
Değerlendirme ve Tablolar....413
SONSÖZ....415
BİYOGRAFİ....417
İmalat hesabı formülleri hakkında açıklamalar....419
Ek-A Formulary for Manufacturing Processes....421
Ek-B Mühendislik Malzeme Tabloları....429
Referanslar....441
Konu İndeksi....443
Hoşçakalın Mesajı....457
Bir Proje Posteri....461

SEMBOLLER LİSTESİ

ω : Açısal Hız

Ω : Ohm

σ_a : Akma Gerilmesi

σ_{max} : $\sigma_{ultimate}$: S_{UT} : Maksimum Gerilme

σ_a : σ_{yield} : S_{YS} : Akma gerilmesi

τ : Kayma Gerilmesi

μ : Sürtünme Katsayısı

atm : Atmosfer Basıncı

cm : Santimetre

cm^2 : Santimetrekare

dk : Dakika

e : Deformasyon (Gerinme)

f : Frekans

gr : Gram

h : Saat

hp : Beygir Gücü

inch : İnç

k : Yay Sabiti

kg : Kilogram (kütle birimi)

kN : Kilo Newton (kuvvet birimi)

kr : Kuruş

kWh : Kilowatt Saat

lb : Libre

m : Metre

m : Deformasyon Hız Hassasiyeti (strain-rate sensitivity) (eğim)

m^2 : Metrekare

mm : Milimetre

mA : Mili Amper

n : Devir / Dakika

n : Deformasyon Sertleşmesi Üssü (Strain-harderning coefficient)

r : Yarıçap

rpm : Devir / Dakika

s : Saniye

t : Ton

v : Hız

A : Amper

C : Karbon

Cal : Kalori

D : Çap

E : Elastik sabit

F : Kuvvet

Fe : Demir

G : Rijitik modülü

GJ : Gigajoule (10^9 Joule)

GPa : Gigapascal (10^9 Pascal)

GWh : Gigawatt Saat (10^9 Watt saat)

I : Dikdörtgen, kare kesitli malzemeler için polar atalet momenti

J : Daire kesitli malzemeler için polar atalet momenti

J : Joule

K : Kelvin

K : Dayanım katsayısı (Plastik ve elastic deformasyonda akma gerilmesi)

L : Litre

M : Moment

MPa : Megapascal

N : Güç

N : Newton

P : Basınç

Pa : Pascal

P_b : Temel bölüm dairesindeki hatve (Base pitch)

P_c : Çevresel hatve (Circular pitch)

Q : Debi (m^3/s)

Rad : Radyan ($2\pi R = 360^0$)

T : Periyot

TL : Türk lirası

V : Volt

W : Ağırlık

W : Watt

ρ : Yoğunluk

g : Yer çekimi ivmesi

v : hız (m/sn)

V : hacim (m^3)

I. BÖLÜM

BİRİMLER

Bölüm Yazarı: Prof. Dr. M. Oktay ALNIAK

Bu kitapta mekanik ve mekatronikle ilgili soruları çözerken gerekli olan bazı birimler aşağıdadır. Bu birimlerin dışında kullanılabilecek birimler için bir dokümana ihtiyacınız olabilir. Üniversite fiziği kitaplarında aradığınız her şeyi bulabilirsiniz. Bu birimler günlük yaşamda kullanılır. Birimleri birbirine çevirmek önemlidir. Birimler listesi genişletilebilir. Burada yazılı olanları aklımızdan kullanabilirsek problem çözümlerinde hızlanırız. Günümüzde bilim terminolojisi hem Türkçe'ye, hem İngilizce'ye daha çok gereklilik hissettiriyor. Birimleri İngilizce ve Türkçe doğru bilmenin hiç zararı olmaz. Çok yararı olduğundan emin olunuz. Bilim yolunda ilerlemek, basit de olsa bu yolda bir şey yapmak ve öğretmeyi önemli kabul ediyoruz. Bu amaçla çalışıyoruz. Çalıştıkça başarılı oluruz. Verilen her emeğin bir karşılığı vardır. Karşılığı olmasa bile yaptığımız işlere emek vermek görevimizdir. Görevimize emek verdikçe kendimize olan saygımız ve öz güvenimiz artar. Size olan güven artar.

1.1 Kuvvet Birimleri Örnekleri

N: Newton,

$1\,\text{kgf} = 9{,}81\,\text{N},\ 1\,\text{N} = 0{,}102\ \text{kgf}$

F = m.a formülünde, F (N) = m (kg).a (m / sn^2)

$1\ \textbf{dyne} = 1\ \text{gr}\ \frac{\text{cm}}{\text{sn}^2} = 10^{-5}\ \text{Newton}$

1 Newton = 1 kg . $\frac{m}{sn^2}$ = 10^5 dyne

1.2 Zaman Birimleri Örnekleri
sn, s: saniye, dk, dak: dakika, sa: saat

1.3 Uzunluk Birimleri Örnekleri
cm: santimetre, m: metre

1.4 Hız Birimleri Örnekleri
v (cm/s), v (m/s), v (feet/s),

ω: Açısal Hız (radyan/saniye veya 1/saniye)

1.5 Kütle Birimleri Örnekleri
gr: gram, kg: kilogram, t: ton, lb: libre

1.6 Ağırlık Birim Ölçüleri
Ağırlık, bir kuvvet türü olup, birimleri kuvvet ile aynıdır.

N: Newton, Dyne, kgf: kilogram-force, lbf: libre force

1.7 Alan Birimleri Örnekleri
m^2: metrekare, cm^2: santimetrekare, $inch^2$: inch kare

1.8 Basınç Birimleri Örnekleri
Pa: Pascal, MPa: Megapascal, GPa: Gigapascal

1 bar = 10^5 Pa

1 atm = 101.325 Pa

psi: $\frac{lb}{in^2}$ pound per square inch
Pa: Pascal = $\frac{N}{m^2}$, MPa: Megapascal = 10^6 Pa

1.9 İş Birimleri Örnekleri

1 J: Joule

1 Newton x 1 m = 1 Joule = 0.239 Cal = 10^7 erg

libre-feet : iş birimi

1 kWh = 3,6 x 10^6 Joule = 3,6 x 10^6 N.m

1 BTU = 1 lb x (453,6 gz)

1 BTU: 1 lb suyun sıcaklığını 1 atm basınç altında 63 °F' den 64 °F'ye çıkarmak için gerekli olan enerji miktarı.

1 Kalori: 1 gram suyun sıcaklığını 1 atm basınç altında 13,5 °C'den 14,5 °C'ye çıkarmak için gerekli olan enerji miktarıdır.

1 BTU = 252 cal

$$1 \text{ BTU} = 252 \text{ cal} \cdot \frac{4{,}18 \text{ joule}}{1 \text{ cal}}$$

1 BTU = 1055 Joule

1.10 Güç Birimleri Örnekleri
hp: Beygir gücü

W: Watt, 1000 Watt = 1 kW: Kilowatt

$$\text{Watt} = \frac{\text{Joule}}{\text{sn}} = \frac{\text{N x m}}{\text{sn}} = 0{,}102 \ \frac{\text{kgf.m}}{\text{sn}}$$

$$1 \text{ hp} = 6600 \ \frac{\text{inch-lb}}{\text{sn}}$$

1GW = 10^3 MW = 10^6 KW = 10^9 Watt

1.11 Enerji ve Güç
kWh = kilowatsaat (Enerji birimi)

1 hp = 746 Watt (Güç birimi)

1 kW = 1,34 hp

$$1000 \ \frac{\text{Joule}}{\text{sn}} = 1000 \text{ Watt} = 1 \text{ kW} = 102 \ \frac{\text{kgf.m}}{\text{sn}}$$

1.12 Elektrik Birimi Örnekleri
Direnç Birimi Ω : Ohm

Gerilim Birimi V : Volt

Akım Birimi A : Amper

1.13 Basınç Ölçülerinin Eşdeğerleri

1 atm = 101325 Pa, 1 bar = 100.000 Pa

$1\ \frac{kgf}{cm^2} = 98065$ Pa, $1\frac{kgf}{cm^2} = 0{,}967$ atm, 1 bar = $1{,}0197\ \frac{kgf}{cm^2}$

1,01325 bar = 101325 Pa

1 bar = 0,9869 atm

1 atm = 1,01325 bar

$1\ \frac{kgf}{cm^2} = 14{,}2$ psi

1 bar = 14,5 psi

1 atm = 14,7 psi

$1\frac{N}{m^2} = 10^{-6}$ MPa

1 Pascal = 10^{-6} MPa

$1\ \frac{lb.f}{inch^2} = 1$ psi = $\frac{0{,}453\ kgf}{(2{,}54\ cm)^2} = 0{,}07$ atm

Örnek:

9,81 N = 1 kgf

1 N = 0,10193 kgf, 1 N = 0,102 kgf

1 N.m = 0,102 kgf.m = 1 Joule

$1\frac{Joule}{sn} = 0{,}102\frac{kgf.m}{sn} = 1$ Watt

3600 sn x 1 kW = $102\ \frac{kgf.m}{sn}$ x 3600 sn

1 kWh = 367200 kgf x m x $\frac{1\ Joule}{0{,}102\ kgf.m} = 3.6 \times 10^6$ Joule

SI : Standart International

MKS : Metre, Kilogram, Saniye

USCS : United States Customary System

FPS : Feet, Pound, Second

Açıklamalar:
Yer çekimi ivmesi birimi: Bu birimi Türkiye'de 9,81 $\frac{m}{sn^2}$ olarak kabul edelim. "Bu ivme değeri kutuplarda ve ekvatorda başkadır."

Kütlesi 10 kg olan bir cismin ağırlığı: W = m x g formülü ile hesaplandığında

W= 10 kg x 9.81 m/sn^2 = 98.1 Newton olur.

Bilgi:
Kütlesi (m) 1 kg olan cismin ivmesini (a) 1 m/sn^2 arttıran "ivmelendiren" kuvvet bir Newton olarak tanımlanır.

$$F = m.a = 1\ kg.\ 1\frac{m}{sn^2} = 1N$$

Birim hacmin kütlesi özgül kütledir. Cismin yoğunluğu veya özgül kütle $\rho = m / V$ olarak tanımlanır. Birimi kg/m^3 veya gr/cm^{3}olarak bilinir.
Ağırlık birimi Newton (kg . m/sn^2), kütle birimi (kg), yer çekimi ivmesi birimi (9.81 m/sn$^{2)}$ olarak bilinir. Yer çekimi ivmesi dünyanın yarıçapı değiştiği için kutuplarda ve ekvatorda başkadır. Yapılan hesaplamalarda bütün dünyada yer çekimi ivmesi standart bir rakam olarak 9.81 m/sn^2 kullanılmaktadır.

Bilgi:
Açısal Hız (ω) : Yarıçap vektörünün birim zamanda radyan cinsinden taradığı açıya açısal hız denir. Birimi rad/s 'dir.
Periyot (T) : Bir tam devir için geçen zamandır.
Frekans (f) : Saniyedeki devir sayısıdır.

$$\omega = \Theta / t\ ,\ \Theta = \Theta.t \qquad \omega = \frac{\Theta}{t}\ ,\ \Theta = \omega.t$$

$$\omega = \frac{2\pi}{t}\ ,\ T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\omega = 2\pi f\ ,\ f = \frac{\omega}{2\pi}\ ,\ f = \frac{1}{T}$$

Değerli okurlarım, bu kitaptaki problemler ve çözümleri özgündür. M. Oktay Alnıak'a aittir. Daha doğru, daha güzel problemler hazırlayabilirsiniz. Cevaplar size yardımcı olmak için verilmiştir. Seçenekler içinde doğru cevabı bulamazsanız "hiçbiri" diyebilirsiniz. Bu çalışmalarda hata olmaması gerekir. Yine de gözden kaçan hatalar olabilir.

II. BÖLÜM

ENERJİ VE TERMODİNAMİK

Bölüm Yazarı: Prof. Dr. M. Oktay ALNIAK

2.1 Enerji ve Güç Birimleri

Bu bölümde enerjiyle ilgili temel bilgiler ve formüller verilmektedir. Bir kuvvet bir cisme etki eder ve onu ötelerse bir iş yapılmış olur. İş birimini N.m = joule veya kgf.m olarak tanımlamak mümkündür. Yay hesaplarında, pistonların çalışmasında, buhar kazanlarında yapılan iş hesap edilir. Birim zamanda bir işi yapmak gerektiğinde güce başvurulur. O halde güç, birim zamanda yapılan iş olarak tanımlanır. Örnek problemleri çözerken değişik iş ve güç birimleriyle karşılaşılacaktır.

2.1.1 Formüller

N.m = joule (iş)
N.m / sn = Watt (güç)
1000 Watt = 1kW
75kgf.m / sn = 746 Watt

Gazlar sanayide önemli bir uygulama alanıdır. Sanayi alanında kullanılan temel gaz kanunları aşağıdadır.

1) Charles Kanunu: $V_1/T_1 = V_2/T_2$

   Burada $T(K) = 273 + t\ (^oC)$ veya $C^o = K - 273$

2) Boyle Marriotte Kanunu: $P_1V_1 = P_2V_2 = Sabit$

3) Gay Lussac Kanunu: $P_1/T_1 = P_2/T_2$

4) Genel ve İdeal Gaz denklemleri: $PV/T = Sabit$

$$P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2$$

5) $PV = nRT$

   Burada (n) mol sayısı, (R) gaz sabiti olarak bilinir.

Kalori, Joule, BTU İlişkileri:

1 BTU = 252 kalori

0,239 kalori = 1 Joule

$$\frac{0{,}239 \text{ kalori}}{\text{sn}} = 1 \text{ Watt}$$

$$\frac{0{,}239 \text{ kalori}}{\text{sn}} \text{ x } \frac{3600 \text{ sn}}{1 \text{ h}} = 1 \text{ Watt}$$

$$\frac{859 \text{ kalori}}{\text{saat}} = 1 \text{ Watt}$$

$$\frac{3{,}41 \text{ BTU}}{\text{saat}} \text{ x } \frac{1 \text{ saat}}{3600 \text{ sn}} = 1 \text{ Watt}$$

$$\frac{9{,}47 \text{ x } 10^{-4} \text{ BTU}}{\text{sn}} = 1 \text{ Watt}$$

$$\frac{9{,}47 \text{ BTU}}{\text{sn}} = 1 \text{ kW}$$

$$\frac{859 \text{ kalori}}{\text{saat}} = \frac{3{,}41 \text{ BTU}}{\text{saat}}$$

252 kalori = 1 BTU

2.1.2 Çözümlü Problemler

1) Türkiye'nin 2010 yılı elektrik tüketimi 200.000 GWh (Gigawatt saat) ise, bu işin yapılması için gerekli olan enerji miktarını Newton metre olarak hesaplayınız.

Çözüm:

1 N.m = 1 Joule, 1 h (saat) = 3600 sn

$$1 \text{ Watt} = \frac{3600 \text{ J}}{\text{h}}$$

$$1 \text{ kW} = 3{,}6 \frac{10^6 \text{ J}}{\text{h}} = 3{,}6 \frac{10^6 \text{ N.m}}{\text{h}}$$

$1 \text{ kWh} = 3{,}6 \times 10^6 \text{ J}$

$1 \text{ GWh} = 3{,}6 \times 10^{12} \text{ N.m}$

$72 \times 10^{16} \text{ N.m} = 200000 \text{ GWh}$

Cevap:

72×10^{16} Newton x Metre

Bu problemin ne gereği var demeyelim. Rakamlara ve birimlere alışalım…

2) Türkiye'de aşağıdaki enerji kaynaklarını inceleyiniz. Bunların hakkında bir yorum yapınız. Kullanım miktarını gösteren bir çizelge hazırlayınız.

a. Kömür enerjisi
b. Yenilenebilir enerjiler
c. Jeotermal enerji
d. Doğalgaz
e. Hidrolik enerjisi
f. Hidrojen enerjisi
g. Nükleer enerji

3) Aşağıdaki enerji kaynaklarıyla ilgili tabloyu doldurunuz.

1 kg / 1 m³	Enerji Maliyeti $\frac{TL}{kWh}$	$\frac{kCal}{1\ (kg, L)}$
Kömür		
Petrol		
Yenilenebilir		
Jeotermal		
Doğalgaz		
Hidrolik		
Nükleer		

4) Türkiye'nin yurt dışına yıllık endüstri ürünleri satışları 130 milyar dolar, yurtdışı alışları 170 milyar dolar ve cari açık ise 40 milyar dolardır. Türkiye'nin petrol alımları 40 milyar dolardır. Cari açığın kapatılması için enerjide tasarruf programı uygulanmasının bir faydası olur mu? Tasarruf için neler yapılabilir? Enerji kayıpları ve enerji kaçakları nasıl önlenir?

Çözüm: Bu konuda bir tasarruf programı geliştiriniz.

5) Türkiye'de enerji sorunları ve çözümleri hakkında bir yorum yapınız. Kamu ve vatandaş görevleri ile enerji üretim ve tüketim teknolojileri hakkında strateji geliştiriniz.

6) Bir ton çeliğin üretimi için; 2 GJ enerji gerekiyor kabul edelim. 1 kWh enerji 20 kuruş ise çeliğin bir ton üretimi için gerekli enerji maliyeti ne kadar TL'dir?

Not: Bu problemi değişik enerji maliyetleri için çözebilirsiniz. Mesela; bir ton çelik üretimi için 1 GJ enerji gerekiyorsa maliyeti hesaplayabilirsiniz. Aşağıdaki çözümün1/2 maliyetini bulursunuz. Gerçek hayatta doğrusu da budur.

A) 10 **B)** 1 **C)** 110 **D)** 100

Çözüm:

$2GJ = 2 \times 10^9$ Joule

$\frac{2 \times 10^9 \text{ Joule}}{sn} = 2 \times 10^9$ Watt

2×10^9 Joule = 2×10^9 Watt.sn = $(2 \times 10^9 / 3.6 \times 10^6)$ kWh = 555 kWh

$$= \frac{1}{1000} \times \frac{1}{3600} \times 2 \times 10^9 \text{ kWh}$$

$$\frac{\begin{array}{ll}1 \text{ kWh} & 20 \text{ Kuruş} \\ 550 \text{ kWh} & x\end{array}}{X = 11000 \text{ Kuruş}} = 110 \frac{\text{TL}}{\text{1 Ton Çelik}}$$

Not:
Elektrik ark ocaklarında çelik üretimi için yaklaşık olarak $\frac{7GJ}{1 \text{ Ton}}$ enerji gerekmektedir. O zaman;

$$\frac{\begin{array}{ll}2 \text{ GJ} & 110 \text{ TL} \\ 7 \text{ GJ} & x\end{array}}{x = \frac{385 \text{ TL}}{1 \text{ Ton}}}$$

Cevap: C

7) Çelik üretiminde; 1 kWh enerji 20 kuruştur. 1 ton çelik üretilebilmesi için 2 GJ enerji kullanılıyor. Evde kombide iki ayda 2195 kWh doğalgaz kullanılmış olup, 194 m^3 doğalgaz tüketilmiştir. Bu üretim miktarı için 154 TL ödenmiştir. (Birim fiyatı 0,78 TL / 1 m^3 doğalgaz.) Faturadan 194 m^3 gazın 2195 kWh enerji sağladığını öğrendik. (1m^3 doğalgaz 11,3 kWh enerji sağlamış. 0,78 TL'ye mal olmuştur.) Çeliği elektrik enerjisinden mi veya doğalgaz enerjisinden mi üretelim?

A) Elektrik Enerjisi **B)** Doğalgaz

Çözüm:
1 m^3 doğalgaz 0,78 TL, 1 m^3 doğalgazdan 11,3 kWh enerji üretiliyor.

$$\frac{0,78 \text{ TL}}{1 \text{ m}^3}, \frac{11,3 \text{ kWh}}{1 \text{ m}^3} \text{ ise;}$$

$$\frac{\begin{array}{ll}0,78 \text{ TL} & 11,3 \text{ kWh} \\ x & 1 \text{ kWh}\end{array}}{x = 0,069 \text{ TL} = 6,9 \text{ Kuruş}}$$

Doğalgazın 1 kWh enerjisi için 6,9 kuruş ödeniyor. Elektriğin 1 kWh'lık enerjisi için 20 kuruş ödeniyor. Bu yüzden doğalgaz tercih edilir.
Cevap: B

8) 1 ton çelik üretimi için 2 GJ (Gigajoule) elektrik enerjisine ihtiyaç vardır. Elektrik enerjisinin kWh fiyatı 20 kuruştur. 1 kg çelik için kaç kWh enerji sarf edilir?

A) 55 kWh **B)** 5,5 kWh **C)** 0,55 kWh **D)** 5,5 MWh

Çözüm:

$2\ GJ = 2 \times 10^9$ Joule

$\frac{2 \times 10^9 \text{ Joule}}{\text{sn}} = 2 \times 10^9$ Watt

2×10^9 Joule $= 2 \times 10^9$ Watt.sn

$= \frac{1}{1000} \times \frac{1}{3600} \times 2 \times 10^9$ kWh

$= \frac{2}{3,6} \times 10^3$ kWh = 550 kWh / 1 ton

= 0,55 kWh / 1 kg
1 ton çelik için elektrik masrafı olarak kaç kuruş ödenir?
Her kg için 11 kuruş elektrik masrafı ödenir.

Cevap: C

9) 1 ton çelik üretimi için 1 GJ (gigajoule) elektrik enerjisine ihtiyaç vardır. Elektrik enerjisinin kWh fiyatı 20 kuruştur. 1000 ton çelik için kaç kalorilik enerji sarf edilir?

A) $4,76 \times 10^8$ **B)** 239×10^9 **C)** 2.39×10^9 **D)** $4,76 \times 10^{10}$

Çözüm:

Bir ton çelik için gerekli kalori miktarı:
1×10^9 Joule x 0,239 $\frac{\text{kalori}}{\text{joule}}$
$= 239 \times 10^6$ kalori
1000 ton için; 239×10^9 kalori
Cevap: B

10) 2000 kWh enerji eşdeğerinin doğalgaz olarak tutarı 150 TL'dir. 1 kWh'lık enerji doğalgaz kullanılarak elde edildiğinde ödenmesi gereken fatura ücreti ne kadardı

A) 3 krş **B)** 3 TL **C)** 7,5 krş **D)** 7,5 TL

Çözüm:
2000 kWh 150 TL ise;
2000 kWh 15000 kuruş eder.

$$1 \text{ kWh} = \frac{15000 \text{ Krş}}{2000} = 7{,}5 \text{ Krş (doğalgaz)}$$

Cevap: C

11) Nükleer enerji, ileri teknoloji gerektirir. Japonya'da 2015 yılında yaşanan nükleer kaza ve Almanya'nın gelecek 10 yıl içinde nükleer enerji santrallerini kapatacağı göz önüne alındığında Türkiye için nükleer enerji santrali kurulmasını veya kurulmamasını değerlendiriniz.

12) kW, 1 hp (Beygir Gücü), kg.m, J (Joule) ve W (Watt) birimlerinin yer aldığı bir çizelge yapınız. Bu çizelge saat yelkovanı yönünde kullanılırsa doğrudur.
Tabloyu saat yelkovanı yönünde kullanın.
Örnek: 1 kW x 10^{-3} = 1 Watt bulunur.

	1 Kw	**1 HP**	**1 kgf.m**	**1 N.m**	**Watt**
1 Kw	1	1,34	102 s^{-1}	13^3 s^{-1}	10^3
1HP	$1{,}35^{-1}$	1	75 s^{-1}	746 s^{-1}	746
1kgf.m	102^{-1}	75^{-1} s	1	9,81	0,102 s^{-1}
1 N.m	10^{-3}	746^{-1} s	- 9,81	1	s
Watt	10^{-3}	746^{-1}	0,102 s	s^{-1}	1

13) Hidro elektrik santralleri (HES) için bir değerlendirme yapınız.

14) 1 N.m = 1 Joule enerji ise; elektriğin 1 kWh tutarı 20 kuruş ise 1 Joule enerji kaç kuruş eder?

A) 5,4 x 10^{-6} **B)** 3,6 x 10^{-5} **C)** 1,8 x 10^{-5} **D)** 7,2 x 10^{-6}

Çözüm:

$$\frac{1\ \text{N.m}}{\text{saat}} = \frac{1\ \text{Joule}}{\text{saat}} = \frac{1\ \text{Watt.sn}}{3600.\text{sn}}$$

$$1\ \text{N.m} = 1\ \text{joule} = \frac{1\ \text{Watt.saat}}{3600} = \frac{10^{-6}\ \text{kWh}}{3.6} = 0{,}28 \times 10^{-6}\ \text{kWh}$$

$$= 2{,}8 \times 10^{-7}\ \text{kWh}$$

1 kWh	20Krş
$2{,}8 \times 10^{-7}$ kWh	x

$$x = \frac{2{,}8 \times 10^{-7}\ \text{kWh} \times 20\ \text{Krş}}{1\ \text{kWh}} = 5{,}4 \times 10^{-6}\ \text{Krş}$$

Cevap: A

15) 100 gram badem 600 kalori veriyor. Bir kg bademden elde edilebilecek kalori ile 1 dakikada kaç adet 100 Watt'lık lamba yakılır?

A) $3{,}4 \times 10^{-3}$ **B)** 4 **C)** 100 **D)** 300

Çözüm:

100 gram	600 Kalori
1000 gram	x

x = 6000 Kalori

1 Joule	0,239 Kalori
x	6000 Kalori

x = 25104,6 Joule

1 Joule = 1 Watt / sn olduğuna göre;
1 saniyede aynı anda 251 adet 100 Watt'lık lamba yanabilir.
Bir dakikada kaç tane 100 Watt'lık lamba yanabilir?
25104,6 J / 60 sn = 418 Watt,
418 /100 = 4 adet 100 Watt'lık lamba bir dakika yanabilir.

Cevap: B

ISI ENERJİSİ VE TERMODİNAMİK BİLGİLERİ

Bu bölüm ile ilgili temel bilgiler aşağıdadır.

2.2 Isı Enerjisi Bilgi Notu

Isı enerjisini sıcaklık ile karıştırmamak gerekir. Isı enerjisi ile iş yapılır. Sıcaklık termometreden ölçülür.

İş = Kuvvet x Yol

1N x 1m = 1 joule = 0,239 kalori

1 kalori = 4,18 Joue

Bir cisim ısınırken cismin iç enerjisi artar, cisim soğutulurken iç enerjisi azalır. Bu durum;

$U_2 = U_1 + \Delta U$ ile ifade edilebilir.

U_1 : Cismin ilk haldeki iç enerjisi

ΔU : Cisme verilen enerji

U_2 : Cismin son haldeki iç enerjisi

Bir cisme Q ısısı verildiğinde cismin iç enerjisi değişir, bu ısının bir kısmı ile iş (W) yapılır.

$U_2 - U_1 = \Delta U$

$Q = \Delta U + W$

Sisteme eklenen ısı sistemin yaptığı işten fazla ise sistemin iç ısısı artar.

Sıvılara Q ısısı verildiğinde iç enerji artar. Hacim sabit ise basınç artar.

Gazların durumu hacim (V), basınç (P) olarak V-P diyagramlarıyla gösterilir.

İdeal gazlar için $V = \frac{n.R.T}{P}$ formülü geçerlidir. Burada;

R : Universal Gaz Sabiti = 0,08205 L.atm/mol.K^9 (K, Kelvin'i ifade eder.)

n : Mol sayısı

T : Sıcaklık

değerlerini ifade eder.

Normal şartlarda 1 mol ideal gaz 22,4 Litredir.

2.2.1 Malzemelerin Genleşme Miktarı Hesabı

Malzemelerin genleşmesinde $\Delta L = \alpha.L_0.\Delta T$ formülü kullanılır.
ΔL : Boydaki genleşme miktarı
α : Genleşme katsayısı (K)
ΔT : Sıcaklık değişimi
L_0 : İlk boy
$\Delta T = (T_2 - T_1)$ sıcaklık farkı
Son boy $L_i = L_0 + \Delta L$ formülü ile bulunur.
Genleşme katsayısı (α) malzeme genleşme tablosundan bulunur.

2.2.2 Malzemenin Isınması için Gerekli Enerji Miktarı Hesabı

Malzemelerin kütlesi m, ısınma ısısı c ve ΔT sıcaklık farkları arasında $Q = m.c.\ \Delta T$ formülü kullanılır. Burada istenilen sıcaklığa erişilmesi için gerekli ısı enerjisi miktarı (Q) hesap edilmelidir.
Isı enerjisi c (Joule / kg.K)
Birim analizi: $Q = m.c.\ \Delta T$

$$Q = \text{kg}.\left(\frac{\text{Joule}}{\text{kg.K}}\right).(\text{K}) = \text{Joule}$$

1 kWh elektrik 30 kuruş ise 100 C° de 1 litre su elde etmek kaç kuruşa mal olur? Eve gelen elektrik faturasını inceleyiniz. 2,7 kuruş olduğunu hesaplayabilirsiniz.
Bu problemler öğrenmiş olduğumuz teknik bilgilere göre hazırlanmıştır. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1) Bir cisim ısınırken aşağıdakilerden hangisi olur?

A) İç enerjisi sabit kalır
B) İç enerjisi azalır
C) İç enerjisi artar
D) Kütlesi artar

Cevap: C

2) Bir cisim soğurken aşağıdakilerden hangisi olur?

A) Kütlesi artar
B) İç enerjisi sabit kalır
C) İç enerjisi artar
D) İç enerjisi azalır

Cevap: D

3) Bir bardak suyu masadan alıp farklı yükseklikte bir rafa koyduğumuzda aşağıdakilerden hangisi olur?

A) İç enerjisi değişmez
B) Potansiyel enerjisi değişir
C) Kinetik enerjisi artar
D) İç enerjisi değişir

Cevap: B

4) İç enerji değişimi ΔU olsun. İç enerji değişiminin doğru ifadesini yazınız.

A) $\Delta U = U_2 + U_1$
B) $\Delta U = U_2 \,.\, U_1$
C) $\Delta U = U_2 - U_1$
D) $\Delta U = U_1 \,.\, U_2$

Cevap: C

5) Bir sisteme Q ısısı verilsin, sistem iş yapmasın. Sistemin iç enerjisi nasıl değişir?

A) Azalır
B) Sabit kalır
C) Artar
D) Q / 2 artar

Cevap: C

6) Sisteme Q ısısı verilsin, sistem iş yapmasın. Sistemin iç enerjisinin değişimini seçiniz.

A) $\Delta U = Q$
B) $U_2 - U_1 = Q / 2$
C) $U_2 + U_1 = Q / 2$
D) $U_2 - U_1 = 0$

Cevap: A

7) Sisteme Q ısısı verilsin, Sistem W kadar iş yapsın. Sistemin doğru modelini seçiniz.

A) $U_2 - U_1 = \Delta U = Q - W$
B) $U_2 - U_1 = \Delta U = Q + W$
C) $U_2 + U_1 = \Delta U = Q + W^2$
D) $U_2 + U_1 = 0$

Cevap: A

8) Termodinamiğin birinci yasasını seçiniz.

A) $W = Q + \Delta U$
B) $Q = \Delta U + W$
C) $Q = (\Delta U - W)^2$
D) $Q = (\Delta U - W) \cdot (\Delta U + W)$

Cevap: B

9) Sisteme eklenen ısı sistemin yaptığı işten fazla ise sistemin;

A) İç enerji değişmez.
B) İç enerjisi artar.
C) Kinetik enerjisi sabit kalır.
D) İç enerjisi azalır.

Cevap: B

10) Bir sisteme 150 Joule ısı veriliyor, yapılan iş sonucunda sistemden 100 Joule ısı çıkıyor. Sistemin iç enerjisi değişimi nedir?

A) 250 Joule
B) 0 Joule
C) 50 Joule
D) 500 Joule

Cevap: C

11) Sistemden dışarıya akan ısı 150 Joule ve sistem tarafından yapılan iş 100 Joule'dür. Sistemin iç enerji değişimi nedir?

A) 250 Joule
B) 0 Joule
C) 50 Joule
D) 500 Joule

Cevap: A

12) Çalışmakta olan bir sistem çalışma boyunca 250 Joule'lük iş yapıyor. İş boyunca da sisteme 250 Joule'lük ısı enerjisi (Q = 250 x 0,239 kal) veriliyor Sistemin iç enerji değişimi nedir?

A) 250 Joule
B) 0 Joule
C) 50 Joule
D) 500 Joule

Cevap: B

13) Isı (Q) bir sisteme girdiğinde nasıl değer alır?

A) $Q = 4W$
B) $Q = 0$
C) $Q > 0$
D) $Q < 0$

Cevap: C

14) İş (W) sistem tarafından yapıldığında hangi değeri alır?

A) W = – 1
B) W = – 2
C) W = – Q/2
D) W > 0

Cevap: D

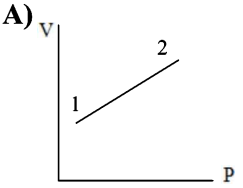
15) Piston alanı A, pistona etki eden kuvvet F, iç basınç P, yol da dx ise; yapılan iş hangisidir?

A) dW = P . dx
B) dW = P . A . dx
C) dW = F . P
D) dW = F . P . Dv

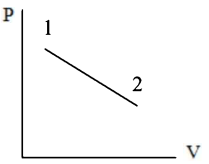
Cevap: B

16) Sabit basınç altında genleşen bir sistemin P V diyagramı hangisidir?

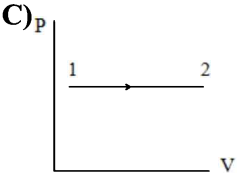
A)



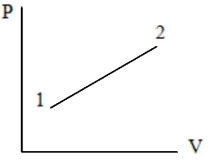
B)



C)



D)



Cevap: C

17) Sabit basınçla hacim değişirken yapılan iş hangisidir?

A) $W = P\,(V_2 - V_1)$
B) $W = P \,.\, V$
C) $W = P / V$
D) $W = P^2 \,.\, V^2$

Cevap: A

18) İdeal bir gazda sabit sıcaklıktaki bir hal değişiminde; 10 atmosferlik iç basınç, 10 m^3'lük hacim içinden 20 m^3 hacime genişlediğinde P_2 basıncı (son basınç) ne kadar olur?

A) 1 **B)** 5 **C)** 10 **D)** 15

Çözüm:

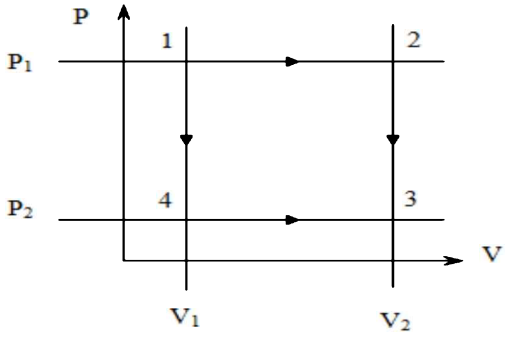
$P_1.V_1 = P_2.V_2$ olduğundan 10 atm x 10 m^3 = P_2 x 20 m^3

$$P_2 = \frac{100}{20} = 5 \text{ atm}$$

Cevap: B

19) Sistemde basınç 1 noktasından 4 noktasına geldiğinde 1 ve 4 noktaları arasında yapılan işi bulunuz.

A) 0 **B)** 1 **C)** 2 **D)** 3



Açıklama : Hal değişiminde hacim değişmediğinden dV = 0 olur .

Cevap: A

20) -40°F ne kadar Kelvin eder?

A) 1 **B)** 100 **C)** 233 **D)** 300

Çözüm:

$C = \frac{5}{9}(F^o - 32)$ $C = -40\ ^oC$

$273 + (-40^oC) = 233\ K$

Cevap: C

21) Kapalı bir sistemde P sabit basınç altında (10 MPa), sistemin hacmi V_1 ($1m^3$)'den V_2 ($4m^3$)' e genişlediğinde yapılan iş nedir?

A) 1 N.m **B)** 3 N.m **C)** 30.10^6 Joule **D)** 50 Joule

Açıklama: Sabit basınçlı hal değişiminde yapılan iş;

$W = P\ (V_2 - V_1)$
$W = 10\ MPa \times (4\text{-}1)\ m^3 = 30 \cdot 10^6 \frac{N}{m^3} \times m^3$
$W = 30.10^6\ N.m = 30.10^6$ Joule

Cevap: C

22) n = 10 mol
R = 8,314 J / mol . K
$T = 10^0$ C
PxV = ?

A) 1,6 Joule
B) 16 Joule
C) 162 Joule
D) 23528 Joule

Açıklama : PxV = n x R x T (ideal gazlar için kural)

W = PxV = İş = 10 x 8.314 x (273 + 10)
W = İş = 23528 Joule

Cevap: D

23) İdeal bir gazın 10 molünü 1 atmosfer basınçta ve 0 °C'de saklamak istiyoruz. Depo hacmini bulunuz.

$V = \frac{n.R.T}{P}$ Formülünü kullanın. Universal Gaz Sabiti $R = 0{,}08205 \frac{L.atm}{mol.K}$

A)0,24 **B)** 2,24 **C)** 22,4 **D)** 224

Çözüm:

$V = 10 \text{ x } 0.08052 \text{ x } \frac{273}{1} = 224$ litre

Açıklama : Normal şartlar altında 1 mol ideal gaz 22.4 litre olduğuna göe, 10 mol gaz 224 litre olur.

Cevap: D (0 °C sıcaklık, 1 atm basınçta)

24) Bir otomobilde silindir hacmi 1000 cm^3 dür. Sıkıştırma oranı 1 / 10'dur. Hava 21 °C sıcaklık ve 1 atm basınçtadır. Buji ateşlemesinden önceki sabit basınç 20 atm'dir. Bir silindirde yanma esnasında elde edilen güç kaç hp'dir ?

Genel İdeal Gaz Denklemini kullanınız.

Çözüm:

Sıkıştırma oranı: $\frac{V_2}{V_1}$, $V_2 = 10\ V_1$

$W = P(V_2 - V_1)$

Strok 2 saniyede aşılıyor.

$W = 20(1000 - 100) = 1800$ kgf.cm

Elde edilen güç:

$P = \frac{18000 \text{kgf.cm}}{2 \text{ sn}} = \frac{90 \text{ kgf.m}}{\text{sn}}$

$1 \text{ hp} = \frac{75 \text{ kgf.m}}{\text{sn}}$ ise $P = 1{,}2$ hp olur.

Örnek:

Bir mol oksijen 1 litrelik kapta, 100 C° de ne kadar MPa basınç meydana gelir ?

Çözüm:

P.V = n.R.T ise

$P.10^{-3}\ m^3 = 1\text{mol} \cdot 8{,}3 \text{ Joule} \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \cdot (273+100)$

$P = 3.095900\ N / m^2$

P = 3MPa

25) Malzemenin genleşmesi $\Delta U = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$ formülüyle hesaplanır. Çelik rayların boyu -42 °C'de 1000 cm'dir. $\alpha = 1{,}2 \times 10^{-5} K^{-1}$ olarak bilinir. Ortam sıcaklığı -42 °C ile +40 °C arasında değiştiğinde çelik rayın en uzun boyunu metre cinsinden bulunuz.

A) 10,00000
B) 10,98400
C) 10,09800
D) 10,01008

Cevap: D

26) İdeal gaz denklemlerinde; P.V = n.R.T ise araba tekeri ısındığında hacim genleşirse basınç ne olur?

A. Aynı kalır **B.** Yükselir **C.** Azalır **D.** İki defa artar

Cevap: C

27) Işınımda ısı akışı $H = A \cdot e \cdot \tau \cdot T^4$ formülüyle verilir. Stefan Boltzmann katsayısı

$\tau = 5{,}670400 \times 10^{-8}$ W / $m^2.K^4$
e = Isı yayılım gücü
H = Enerji yayılma hızı
Çapı 1000 mm olan bir levha 42^0C'ye ısıtılıyor. Yayılım gücü e = 0,70 ise toplam enerji ışımasının hızı (H) ne olur?

A) 3×10^2
B) 9,81
C) $10{,}36 \times 10^6$
D) $1{,}036 \times 10^{-6}$

Cevap: A

28) 1 litre suyun sıcaklığını 20 °C'den 100 °C'ye çıkaracak ısı enerjisi miktarı kaç joule eder ? (Q = m . c . ΔT, c = 4190 J / kg . K ve ΔT= sıcaklık farkı)

A) $1,3 \times 10^4$
B) $2,3 \times 10^4$
C) $3,3 \times 10^5$
D) $4,3 \times 10^4$

Çözüm:

$$Q = 1kg \times 4190 \frac{J.80\ K}{kg.K}$$

Q = 335200 Joule

Cevap: C

Örnek:
1 litre suyu kaynatmak için kaç kuruş gerekir? 1 kWh elektrik 30 kuruştur.

Çözüm:

1 joule 0,239 kalori

$$Q = 335200 \text{ joule} \times 0,239 \frac{kal}{1\ joule}$$

Q = 80 kcal

335200 j = 335200 Watt.sn

$$= 335,2 \text{ kW} \times \frac{1\ hr}{3600\ sn}$$

= 0,093 kWh

X = 2,7 kuruş

29) 1 cal kaç Joule eder?

A) 9,86
B) 4,186
C) $1,23 \times 10^3$
D) $12,3 \times 10^{-3}$

Çözüm:

0.239 Cal = 1 Joule ederse,
1 Cal = 1 / 0.239 = 4,186 joule eder.
Cevap: B

30) 20 °C kaç °F eder?

A)10 **B)** 18 **C)** 50 **D)** 68

Cevap: D

31) $T_K = T_C + 273$ olarak bilinir. Sıcaklığı 32 °F ölçülen bir cisim kaç Kelvin sıcaklıktadır?

A) 0 **B)** 32 **C)** 100 **D)** 273

Cevap: D

32) Alüminyumun doğrusal genleşme sabiti $\alpha = 2{,}2 \times 10^{-5} K^{-1}$'dir. $T_1 = 0$ °C, $T_2 = 40$ °C aralığında 1 cm^3 alüminyumun hacimsel genleşme miktarını m^3 olarak bulunuz.

A) 0,002
B) 0,0028
C) 0,028
D) 0,28

Cevap: A

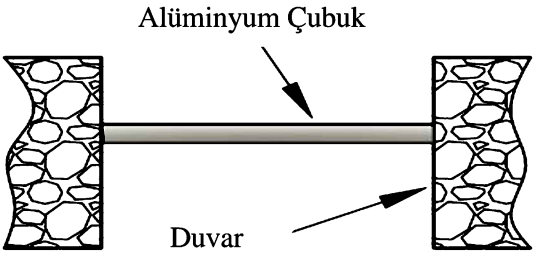
33) Çeliğin genleşme sabiti $\alpha = 1{,}2 \times 10^{-5} K^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Çeliğin hacimsel genleşme sabiti $\beta = 3.\alpha$ ise 1 m^3 çeliğin $T_1 = 0\ ^0C$, $T_2 = 40\ ^0C$ sıcaklık aralığındaki hacimsel genleşme miktarını m^3 olarak bulunuz.

($d V = 3 . L^3_0 . \alpha . dT = 3 . \alpha . V_0 . dT$)

A) 0,0144
B) 0,00144
C) 1
D) 0,14

Cevap: B

34) İki duvar arasında şekildeki gibi sıkıştırılmış bulunan alüminyum bir çubuk 0 ^{o}C ve 40 ^{o}C aralığında doğrusal olarak genleşiyor. Elastik sabit 0,7 x 10^{11} Pa, genleşme katsayısı $\alpha = 2{,}4 \times 10^{-5}\ K^{-1}$, çap $\phi = 0{,}1$ m, boy l = 1m olduğuna göre alüminyum çubuğun duvara uygulayacağı gerilmenin büyüklüğü MPa olarak ne kadardır?



A) 1,58 **B)** 2,63 x 10^{1} **C)** 0 **D)** 0,0048

Çözüm:

Alan: $A = \dfrac{\pi D^2}{4}$

$A = 0{,}785\ m^2$

Hacim: $V = 7850\ m^3$

Genleşme: $\Delta V = 3.\alpha.V_0.\Delta T$
$= 2{,}26 \times 10^{-5}\ m^3 = 22{,}6\ cm^3$

$e = \dfrac{V_i - V_0}{V_0}$

$e = \dfrac{1{,}0000226 - 1}{1}$

$\sigma = 2{,}26 \times 10^{-5} \times 0{,}7 \times 10^{11} = 1{,}58$ MPa

Cevap: A

ENERJİ ALANINDA ARAŞTIRMA KONULARI:

1. Enerji ve üretimi sorunları
2. Enerji ve iletimi sorunları
3. Enerji ve kullanımı sorunları
4. Türkiye'de enerji ekonomisi
5. Dünya'da enerji stratejileri
6. Dünya'da enerji bölgeleri
7. Dünya'da enerji kavgaları
8. Enerji ve istihdam
9. Enerjide iş gücü
10. Enerji ve ticaret
11. Enerji ulaşım yolları
12. Enerji havzaları
13. Enerji tasarrufu
14. Nükleer enerji santralleri
15. Enerji örgütleri
16. Türkiye'de enerji kaynakları
17. Elektrikli araçlar
18. Hidrojenli araçlar
19. Doğalgaz
20. LPG
21. Yakıt pilleri
22. Hidroelektrik santralleri
23. Rüzgâr enerjisi
24. Bio enerji
25. Enerji ve çevre kültürü
26. Yüksek gerilim
27. Trafo teknolojileri
28. Şalt cihazları ve koruma teknolojileri
29. Enerji üretimi, iletimi ve dağıtımı konusunda iyileştirmeler
30. Enerji kayıp ve kaçakları
31. Enerji iletiminde verimlilik
32. Küresel ekonomi ve enerji
33. Denizlerde petrol
34. Petrolün üretim safhaları
35. Kömür üretiminde tehlikeler

36. Orta doğu petrolleri ve siyasi riskler
37. Hazar havzası petrolleri
38. Nabucco Boru Hattı
39. Borularla taşımacılık
40. Petrol tankeri kazaları
41. Grizzu patlaması
42. Maden ve kömür ocaklarında modernizasyon
43. Tankerle gaz taşımacılığı
44. Independenta tanker kazası
45. Panama'daki petrol kuyusu sızıntısı
46. Petrolün geleceği ve siyasi baskılar
47. Kömür ve petrol
48. Enerji sektöründe iş kazaları
49. Enerji ve ısıtma
50. Enerji ve soğutma
51. Akıllı seralar
52. Suni petrol
53. 2023 yılı ve enerji hesaplarımız
54. Küreselleşme ve enerji
55. Enerjide milli politikalar ve enerji tröstleri
56. Enerji depolanması
57. İstanbul Boğazı'ndaki akıntılardan enerji üretimi
58. Karadenizin Marmara denizinden yüksek olduğu doğru mudur?
59. Konveyör lojistiği fayda sağlar mı?
60. Rusya Nabucco boru hattını niçin ve nasıl devre dışı bıraktı?

Enerji hakkında…

Newton x metre = Joule

Bu bizim için önemlidir.

Bunu bilmeyen teknik işlerde başarılı olamaz.

Enerjisi olmayan motor çalışmaz.

Enerjisi olmayanlara tembel diyebilirler.

Enerjisi olmayanlar, gayret etmeyenler fakir olurlar.

Enerjisi olmayanlar güçsüz kalırlar.

Bununla beraber;

Çok enerji zor kontrol edilir.

Çok enerji patinaj yaptırır.

Çok enerji proaktif yapar.

Çok enerji çok para gerektirir.

Çok para insanın kafasını yorar.

Parasız da olmaz!

Bunları düşünün…

Avrupa'da, Amerika'da, Japoya'da ve Çin'de insanlar çok çalışıyorlar. Sabah 08.00'da herkes yollarda.

Çok çalışan çok kazanıyor. Çalışalım, başarılı olalım.

19.02.2016

M. Oktay ALNIAK

Anı:

Bir gün üniversitede koridorda yürüyordum. Birkaç öğrenci saygı gereği oturdukları yerden toparlandılar. Ben de sohbet olsun diye içlerinden birisine sordum. "Joule nedir?"

Öğrenci "Ne olur hacam sormayın" dedi.

Ben de peki dedim...

Aslında önce bunu iyi öğrenmek gerekir.

"enerji = kuvvet x yol"

Enerji Birimi = $(Kg.m/sn^2)xm = Nxm = Joule$

Her işin temelini iyi atmak gerekir.

Not:

- Termodinamik sorularının cevaplarından özet termodinamik bilgisi kazanabilirsiniz.

- Enerji araştırma konuları sizi enerji konusunda uzman yapar.

III. BÖLÜM

MEKANİK

Bölüm Yazarı: Prof. Dr. M. Oktay ALNIAK

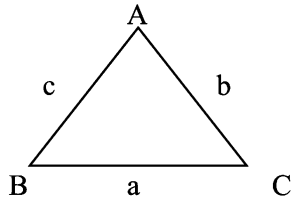
3.1 Mekanik Uygulamalar

Bu bölümde kullanılan geometri formülleri lise müfredatında öğretilmiştir. Bu formüller mekanik uygulamalar için gereklidirler. Bazı hallerde vektörler koyu renk ile yazılmışlardır. Vektörlerin üzerine ok işareti konulduğunda koyu (bold) yazılmaz. Vektörlerin başlangıç noktası, şiddeti ve yönünün bilinmesi gerekir. Sinüs ve kosünüs teoremleri vasıtasıyla üçgenlerin açıları ve kenar uzunlukları hesaplanabilir. Konik hesapları için trigonometri bilgisi gerekir. Bu bölümde mekanik ve mekatronik öğrencilerinin ve teknik personelin faydalanacakları statik hesaplamalar, mil mukavemet hesapları, sistemlerin dengede olma şartları, açısal hız, tork(moment), motor gücü, vektörel ve skaler çarpım işlemleri hakkında örnek problemler tasarlanmıştır.

3.2 Formüller

Bir üçgende kenarlar a, b, c ve bu kenarların karşılarındaki açılar A, B, C olsun.

- **Sinüs Teoremi**



$$\frac{a}{\sin(A)} = \frac{b}{\sin(B)} = \frac{c}{\sin(C)}$$

- **Kosinüs Teoremi**

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2.b.c.\cos(A)$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2.a.b.\cos(C)$$

- **Statik Durumlarda Denge Koşulu**

$\sum Fx = 0,\ \sum Fy = 0$

- **Vektörlerin Skaler Çarpımı**

A.B=|A|.|B|.Cos(Θ)

- **Vektörlerin Vektörel Çarpımı:**

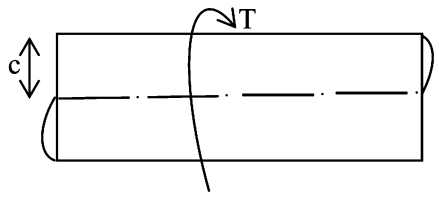
AxB = C vektörüdür. **C** vektörünün şiddeti = A.B.Sin(Θ) formülü ile bulunur.
Bir dairede çevresel yol = π xD
açısal yol = 2 π radyan = 1 devir = 360° = 400 grad olarak ifade edilir.

- **Milin Yüzeyindeki Maksimum Gerilme:**

$\tau_{max} = \frac{Txr}{J}$ (T = tork, r = yarıçap, J = Atalet Momenti)

- **Nötr eksenden c mesafedeki gerilme**

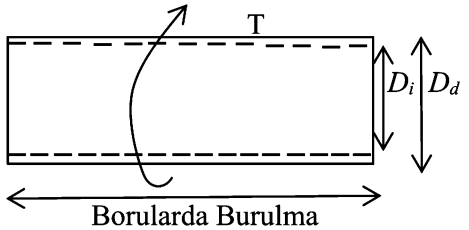
$\tau = \frac{T.c}{J}$



Millerde Burulma

- **Burulma atalet momenti**

$J = \frac{\pi}{32}(D_d^4 - D_i^4)$



Borularda Burulma

- **Atalet Momenti**

$I = \frac{\pi \times D^4}{32}$ (döner kesitli milin atalet momenti)

Miller için maksimum kayma gerilmesi: $\tau_{max} = \frac{T.r}{J}$

(J: Polar Atalet Momenti)

- **Ağırlık Formülü**

Ağırlık W = m.g

Burada m = kütle (kg), g = yerçekimi ivmesi (9,81 m/s^2)

W = ρ.V.g (ρ: özgül kütle, V: hacim)

W = m(kg). 9,81 m/s^2

W = Cismin kütlesi x 9,81 Newton bulunur.

- **Çevresel Hız**

v = π.D.n.(1/60sn) (v: hız, D: çap, n: devir/dakika)

- **Güç**

$P = T \times \omega$ (Tork x Açısal Hız: kgf.cm x $\frac{Rad}{sn}$ = Watt)

v = ω.r (v: çizgisel hız)

(T: Tork, ω: Açısal Hız , ω = 2.π.n.(1/dak); n = davir/dakika)

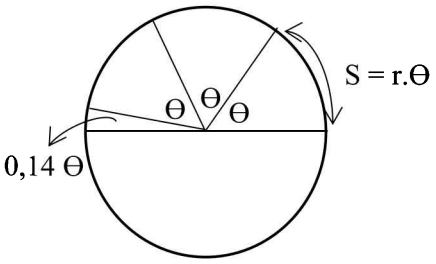
- **Frekans**

$f = \frac{n}{60sn}$ ($n = \frac{devir}{dakika}$)

ω = 2.π.f (rad / sn)

$P = T_x \ 2\pi f = T_x 2\pi \frac{n}{sn}$ (Watt)

- **Açısal Hareketi Doğrusal Harekete Dönüştüren Formüller**



Açı : Θ (radyan)

Açısal hız : ω ($\frac{\text{radyan}}{\text{sn}}$)

Açısal ivme: α ($\frac{\text{radyan}}{\text{sn}^2}$)

$S = r.\Theta$, $\Theta = \frac{S}{r} = 1$ Rad.

S = r olan açı = 1 Radyan

$x = r.\Theta$ (m.radyan) Yol : x (m)

$v = r.\omega$ (m. $\frac{\text{radyan}}{\text{sn}}$) Hız : v ($\frac{\text{m}}{\text{sn}}$)

$a = r.\alpha$ (m. $\frac{\text{radyan}}{\text{sn}^2}$) İvme : a ($\frac{\text{m}}{\text{sn}^2}$)

1 Radyan = $\frac{\pi}{3,14}$ Radyan

3,14 Radyan = π Radyan

6,28 Radyan = 2π Radyan

- **Basınç Formülü:** Atmosfer basıncı veya sıvıların tüp içinde yaptığı basınç hesabı; $P = \rho.g.h$ formülü ile yapılır. 76 mm civa basıncı ;

$$P = 13.600 \frac{kg}{m^3} \times 9,80665 \frac{m}{sn^2} \times 0,76\ m = 101.361 \frac{N}{m^2}$$

(Literatürde $101.325 \frac{N}{m^2}$ = 101.326 Pa olarak tanımlanır.)

3.3 Çözümlü Problemler

1) Saniyede $\pi/2$ radyan hızla düzgün dairesel hareket eden bir cismin bu dairesel harekette 500 gradı tamamlaması için gereken zamanı hesaplayınız.

A) 5 sn **B)** 10 sn **C)** 15 sn **D)** 20 sn

Çözüm:

2π Radyan = 400 Grad = 360^0

$\frac{\pi}{2}$ Radyan = 100 Grad = 90^0 = 3.14/2 Radyan

$\frac{5\pi}{2}$ Radyan = 500 Grad = 450^0 = 5 x 3.14/2 Radyan

$\frac{\pi}{2}$ Radyan 1 sn'de katedilirse

$\frac{5\pi}{2}$ Radyan x sn'de katedilir

$$X = \frac{\frac{5\pi}{2} \text{ Radyan x } 1 \text{ sn}}{\frac{\pi}{2} \text{ Radyan}} = 5 \text{ sn}$$

Cevap: A

2) Newton, Pascal, MPa tanımlarını yapınız.

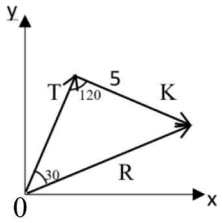
Çözüm:

$$N = 1 \text{ kgf} \frac{1 \text{ m}}{\text{sn}^2}$$

$$1 \text{ Pascal} = \frac{1 \text{ N}}{\text{m}^2}$$

$$1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa} \cong 10 \text{ atm} \cong 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

3) Bileşke kuvvet R ile OT vektörünün şiddetini hesaplayınız ve aşağıdaki tablodan doğru olanı seçiniz.



İstenenler:
OT = ?
R = ?

Verilenler:
$Cos120 = -0,5$, $Sin120 = 0,866$

$\hat{K} = 180^0 - (120^0 + 30^0) = 30^0$

- **Sinüs Teoremi**

$$\frac{a}{Sin(A)} = \frac{b}{Sin(b)} = \frac{c}{Sin(C)}$$

- **Kosinüs Teoremi:**

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab.cos(C)$$

	OT	**R**
A)	12	13
B)	5	8.66
C)	10	12,5
D)	5	13

Taban açıları eşit olduğu için OTK üçgeni ikizkenar üçgendir. TK =5, OT = 5 birim olduğu görülüyor. Bu problemde sinüs teoremini uygulayalım. Sinüs Teoremi kullanarak Bileşke R'nin ve OT'nin şiddetini bulalım. Sinüs teoremi gere ğince;

$\frac{5}{Sin30} = \frac{R}{Sin120}$ ve $R \times Sin30^0 = 5 \times Sin120^0$ olduğundan

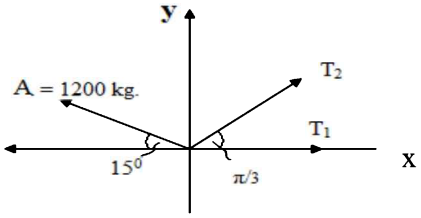
R= 8,86 bulunur.

$\frac{Sin120^0}{8,86} = \frac{Sin30^0}{OT}$ yazılabilir.

$OT \times Sin120^0 = 8,86 \times Sin30^0$ olduğundan OT = 5 bulunur.

Cevap: B

4) Sistemi dengede tutacak olan T_1 ve T_2 kuvvetlerini bulun.



Verilenler:
$Cos15^0 = 0.965$
$Sin60^0 = 0.866$
$Cos60^0 = 0.5$
$Cos75^0 = 0.258$

$T_1, T_2 = ?$

	T_1	T_2
A)	200	750
B)	175	300
C)	750	360
D)	761	796

Çözüm:

$\sum F_x = 0$, $Ax = 1200\ Cos15 = 1159$

$\sum F_x = T_1 + T_2.Cos\ 60 - 1159 = 0$

$T_1 + \frac{1}{2} T_2 = 1159$

$\sum F_y = 0$

$\sum F_x = T_2 \times Sin60^0 + 1200 \times Sin15^0 - 1000 = 0$

$\sum F_y = 0{,}866 \times T_2 + 310 - 1000 = 0$

$\sum F_y = 0{,}866 \times T_2 - 690 = 0$

$0{,}866 \times T_2 + 310 - 1000 = 0$

$T_2 = 796\ kg$

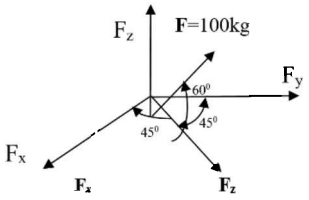
$T_1 + \frac{1}{2} T_2 = 1159$

$T_1 = 1159 - \frac{1}{2} T_2$ $\quad T_1 = 1159 - \frac{1}{2} (796)$

$T_1 = 761\ kg$

Cevap: D

5) F = 100 kgf kuvvetin x, y, z eksenlerindeki bileşenlerini hesaplayarak aşağıdaki şıklardan uygun olanı işaretleyiniz.



$Sin45^0 = 0.707$
$Cos45^0 = 0.707$
$Cos60^0 = 0.5$
$Cos30^0 = 0.866$

$F_x = ?$
$F_y = ?$
$F_z = ?$

	F_x	F_y	F_z
A)	35,3	35,3	50
B)	50	50	86,6
C)	35,3	35,3	86,6
D)	86,6	86,6	35,3

Çözüm:

$F_x = 100 \times Cos60^0 \times Cos45^0 = 35,3$

$F_y = 100 \times Cos60^0 \times Sin45^0 = 35,3$

$F_z = 100 \times Cos30^0 = 86,6$

Cevap: C

6) Verilen V vektörünün V_x bileşenini aşağıdaki şıklardan bulunuz.

$\mathbf{V} = (3b - 2c)\mathbf{i} - (3a - c)\mathbf{j} + (2a - b)\mathbf{k}$

A) $\mathbf{V} = (3b - 2c)\mathbf{i}$

B) $\mathbf{V} = (3b - 3c)\mathbf{i} + (3a + c)\mathbf{j} + (a + 2b)\mathbf{k}$

C) $\mathbf{V} = (2b - 2c)\mathbf{i} + (2a + c)\mathbf{j} + (2a - b)\mathbf{k}$

D) $\mathbf{V} = (c)\mathbf{i} + (2a + c)\mathbf{j} + (2a - b)\mathbf{k}$

Çözüm: $\mathbf{V} = (3b - 2c)\mathbf{i}$

Cevap: A

7) $\mathbf{V} = (3b - 2c)\mathbf{i} - (3a - c)\mathbf{j} + (2a - b)\mathbf{k}$ vektörünün V_y bileşeni aşağıdakilerden hangisidir.

A) $3b - 2c$

B) $-3a + c$

C) $3b - 3c$

D) $2a - b$

Cevap: B

8) Aşağıdaki tablodan açıların değerlerini kullanarak $\tan\alpha = 1$ değerini veren açı (α) değerini hesaplayınız.

Radyan	**0**	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$	π	2π
Derece	0	45	60	90	180	360
sin	0	0.707	0.866	1	0	0
cos	1	0.707	0.5	0	−1	1

A) $\frac{\pi}{4}$ **B)** 0 **C)** $\frac{\pi}{2}$ **D)** $\frac{\pi}{3}$

Çözüm:

Birinci yol:

$\tan\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = 1$ ise $\sin\alpha = \cos\alpha$ ise; $\alpha = 45^0$

İkinci yol:

$\tan\alpha = 1$, $\alpha = \tan^{-1} = 1$ ise; $\alpha = 45^0$

Cevap: A

9) $\sin\frac{\pi}{3} = 0{,}856$, $\cos\frac{\pi}{3} = 0{,}5$ ise $\tan\frac{\pi}{3}$'ün değerini bulunuz.

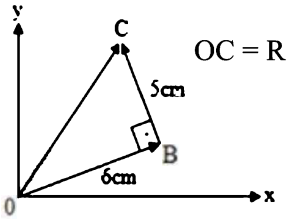
A) 0,366 **B)** 0,577 **C)** 1,73 **D)** 1

Çözüm:

$$\tan\frac{\pi}{3} = \frac{\sin\frac{\pi}{3}}{\cos\frac{\pi}{3}} = \frac{0{,}866}{0{,}5} = 1{,}73$$

Cevap: C

10) Bileşke vektörün şiddetini bulunuz.



OC = R = ?

A) 12 **B)** 7,8 **C)** 11 **D)** 8,5

Çözüm:

a) Pisagor teoremini uygulayalım.

$\overrightarrow{OC} = \vec{R} = \overrightarrow{OB} = \overrightarrow{BC}$

$(OC)^2 = (OB)^2 + (BC)^2$

$(OC)^2 = (6\text{ cm})^2 + (5\text{ cm})^2$

$(OC)^2 = 36 + 25 = 61$

$OC = 7{,}8$ cm

b)Diğer bir yol: Kosinüs teoremi uygulayalım.

$\text{Cos}\frac{\pi}{2} = 0$

$\overrightarrow{OC} = \overrightarrow{OB} = \overrightarrow{BC}$

$(OC)^2 = (OB)^2 + (BC)^2 - 2 \text{ x } (OB) \text{ x } (BC) \text{ x } (\text{Cos}\frac{\pi}{2})$

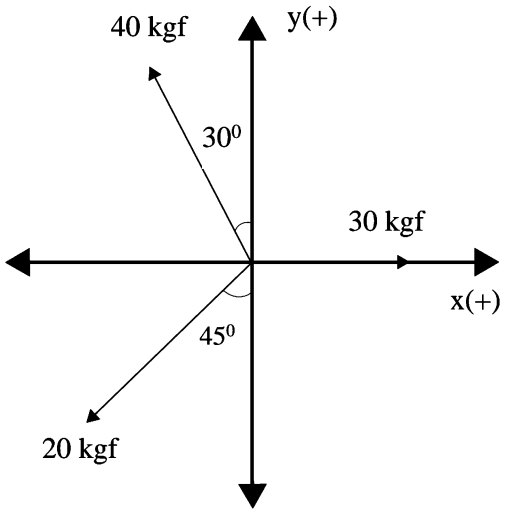
$(OC)^2 = (6\text{ cm})^2 + (5\text{ cm})^2 + 2 \text{ x } 6 \text{ x } 5 \text{ x } 0$

$(OC)^2 = 36 + 25 = 61$

$OC = 7{,}8$ cm

Cevap: B

11) Aşağıda verilen kuvvetler sisteminde bileşke kuvveti hesaplayın ve çizin.



X eksenindeki bileşke ağırlık

$\sum F_x = 30\ kgf - (40\ kgf) \times Sin30^0 - (20\ kgf) \times Sin45^0 = 0$

$= 30\ kgf - (40\ kgf) \times (1/2) - (20\ kgf) \times (0.707) = 0$

$\sum F_x = -4.14\ kgf$

Y eksenindeki bileşke ağırlık

$\sum F_y = (40\ kgf) \times Cos30^0 - (20\ kgf) \times Cos45^0 = 0$

$= (40\ kgf) \times (0{,}866) - (20\ kgf) \times (0{,}707) = 0$

$\sum F_y = 20{,}5\ kgf$

$$F^2 = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2}$$

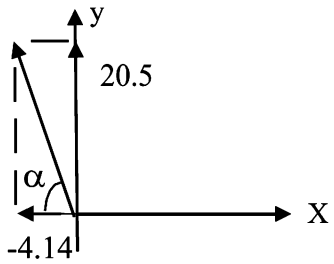
$$F^2 = \sqrt{(-4{,}14)^2 + (20{,}5)^2}$$

$F = 20{,}9$

Cevaplar: Bulduğumuz bileşke kuvvet sistemi dengede tutar.

$\sum F_x = 0$, $\sum F_y = 0$ olur.

12) Aşağıdaki grafikte bileşke kuvvetin x ekseni ile yaptığı açının (α) değerini hesaplayınız.



Çözüm:

$$\tan\alpha = \frac{20,5}{-4,14} = -4,95$$

$$\alpha = 78,57^0$$

Hesap makinesi kullanarak aşağıdaki açıyı bulun.

$$\tan^{-1} = \frac{20,5}{-4,14} \quad \text{ise}$$

$$\alpha = 78,57^0$$

13) $\vec{F} = 3\mathbf{i} + 5\mathbf{j} + 2\mathbf{k}$ ise F şiddetini hesaplayınız.

Çözüm:

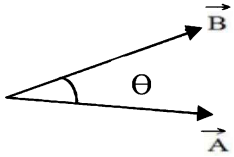
$$\vec{F} = 3\mathbf{i} + 5\mathbf{j} + 2\mathbf{k}$$

$$F = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2 + (F_z)^2}$$

$$F = \sqrt{3^2 + 5^2 + 2^2}$$

$$F = \sqrt{38} = 6,16$$

14)



$\vec{A} = 3\mathbf{i} + 5\mathbf{j} - 2\mathbf{k}$

$\vec{B} = 2\mathbf{i} + 2\mathbf{j} - 2\mathbf{k}$

a) A . B = ? Skaler çarpımını bulunuz.

b) C = A x B = ? Vektörlerin vektörel çarpımını bulunuz.

Çözüm:

a) A . B = |A|. |B|. CosΘ

$|A| = \sqrt{(9 + 25 + 4)} = \sqrt{38}$ ve $|B| = \sqrt{(4 + 4 + 4)} = \sqrt{12}$

A.B = $\sqrt{38 + 12}$ x CosΘ

A.B = **7,07** x CosΘ (skaler bir büyüklük çıkar.)

b) A x B = (3**i** + 5**j** – 2**k**) x (2**i** + 2**j** – 2**k**)

A x B = (3**i**) x (2**i** + 2**j** – 2**k**) – (5**j**) x (2**i** + 2**j** – 2**k**) + (2**k**) x (2**i** + 2**j** – 2**k**)

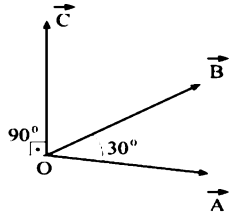
A x B = (0 + 6**k** + 6**j**) – (- 10**k** + 0 – 10**i**) + (4**j** – 4**i** + 0)

C = A x B = -6**i** + 2**j** – 4**k**

Bu bir vektördür. Bu vektörün şiddeti bir skalerdir.

$(6^2 + 2^2 (-4)^2)^{1/2} = 7{,}4$

Açıklama: Vektörel çarpımda iki vektörün vektörel çarpımı bu iki vektörün tayin ettiği alana dik üçüncü bir vektördür. "A x B = C" Elde edilen vektörün x, y, z eksenlerinde izdüşüm vektörleri vardır. Ayrıca bu vektörün şiddeti de vardır. Örneğin; yukarıdaki vektörlerin şiddeti aşağıdadır.

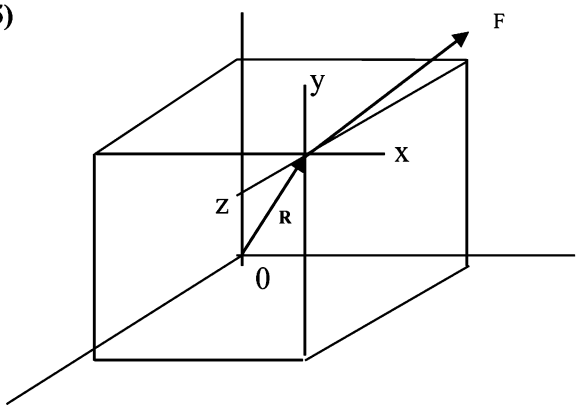


A x B = C vektörüdür. **C** vektörünün şiddeti = A.B.SinΘ formülü ile bulunur.

C ⊥ **AB** düzlemi

Not: A ve B vektörlerinin vektörel çarpımı alana dik **C** vektörüdür. (Sağ el kuralı)

15)



F vektörünün 0 noktasına göre **M** momentini yazınız.

R= x**i** + y**j** + **k** (konum vektörü)

F = F_x**i** + F_y**j** + 5**k** (etki eden kuvvet)

Çözüm:

r x F = A

$$A = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ x & y & 1 \\ F_x & F_y & 5 \end{vmatrix}$$

A = $(5y - F_y)\mathbf{i} - (5x\ F_x)\mathbf{j} + (xF_y - yF_y)\mathbf{k}$

16) Dakikada 600 devir ypan bir elektrik motorundaki milin açısal hızını radyan/saniye birimleriyle hesaplayınız. (2π radyan = 1 devir)

A) π **B)** 2π **C)** 20π **D)** 100π

Çözüm:

Yol = 2π radyan = 1 devir = 360^0

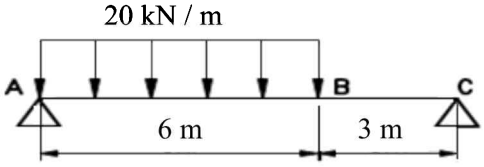
Yol = 600 x 2π radyan = 600 devir = 600 x 360^0

Hız (ω) = $\frac{\text{yol}}{\text{zaman}} = \frac{2.\pi.n}{60}$ $\frac{\text{radyan}}{\text{saniye}}$ (Açısal hız)

Hız (ω) = $\frac{2x\pi x600}{60}$ = 20π Rad / sn

Cevap: C

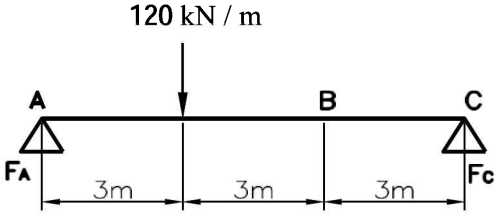
17) Aşağıda denge durumunda olan sisteme A ve B noktaları arasındaki her bir metreye 20 kN'lik bir kuvvet uygulanmaktadır. Bu şekilde etki eden kuvvete yayılı yük denir. A ve C noktalarından gelen etki kuvvetlerine karşılık verecek şekilde 2 tepki noktasıyla sistemin dengede kalması sağlanmaktadır. Verilen bilgiler ışığında A ve C noktalarına etki eden kuvvetler F_A ve F_C kaç kN'dir?



A) 100-20 **B)** 80-40 **C)** 60-60 **D)** 70-50

Çözüm:

Yayılı yük = 20 $\frac{\text{kN}}{\text{m}}$ x 6m = 120 kN



$M_c = 120 \times 6 - F_A \times 9 = 0$

$9\ F_A = 120 \times 6$ kN

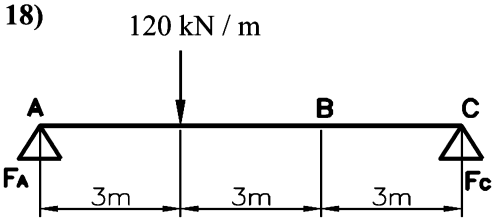
$F_A = \frac{120 \text{ x } 6}{9} = 80$ kN

$F_A + F_C = 120$ kN

$F_C = 120 - 80 = 40$ kN

Cevap: B

18)



Şekilde C noktasına etki eden kuvvet (F_C) kaç kN'dır?

A) 20 **B)** 40 **C)** 60 **D)** 80

Çözüm:

$M_A = F_C \text{ x } 9 - 120 \text{ x } 3 = 0$

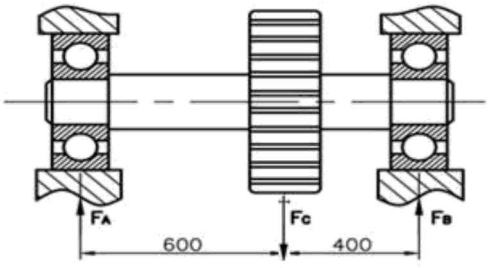
$9 \text{ x } F_C = 120 \text{ x } 3$

$F_C = \frac{120 \text{ x } 3}{9} = 40$ kN

Cevap: B

19) Kütlesi 1,5 kg ve çapı ϕ = 100 mm olan bir mil, bilyeli rulman çifti içinde dönüyor. Mil üzerindeki dişlilerin kütlesi 1 kg ve milin boyu 1000 mm'dir. Şekilde gösterilen F_A, F_B, F_C kuvvetlerini hesaplayınız.

(Yer çekimi ivmesini 10 m/sn^2 alınız.)



Çözüm:

Mil = 15 N

Dişli = 10 N

$F_C = 25$ N

$F_A + F_B - F_C = 0$

$F_A + F_B = F_C$

A noktasına göre moment **M**

$\mathbf{M_A} = F_B \times 100 - F_C \times 60 = 0$

$F_C = 25$ N ise;

$$F_B = \frac{F_C \times 60}{100} = \frac{25 \times 60}{100} = 15 \text{ N}$$

$F_A + F_B = F_C$
$F_A + 15N = 25$ N
$F_A = 10$ N

20) Bir mili 100 kgf 'lık bir kuvvet teğet olarak burkuyor. Mil çapı 10 cm'dir. Mil boyu 100 cm'dir. Mil araçta tekerleğin bağlı olduğu poyrayı çeviriyor. Mile etkiyen kuvvetin oluşturduğu torku Newton-metre olarak hesaplayınız.

A) 1 **B)** 9 **C)** 49,05 **D)** 100

Çözüm:

T = F x r = 100 kgf x 5 cm = 500 kgf.cm = 5 kgf.m

1 kgf.m	9,81 N.m
5 kgf. m	x N.m

$$x = \frac{5 \times 9{,}81 \times (\text{kgf.m}) \times \text{N.m}}{1 \text{ kgf.m}} = 49{,}05 \text{ N.m}$$

1 kgf = 9,81 N ve 1 N = 0,102 kgf olduğunu hatırlayınız.

Cevap: C

21) Bir mile bir kuvvet etki ediyor ve volanı çeviriyor. Milin maksimum çekme mukavemeti S_{UT} (max çekme) = 2000 $\frac{kgf}{cm^2}$, milin kayma mukavemeti ile çekme mukavemeti arasındaki bağıntı ise S_{SY} = 0,577 S (max çekme) ile verilmiştir. Buna göre kayma mukavemetini hesaplayınız.

A) 577 **B)** 1577 **C)** 2254 **D)** 1154

Çözüm:

$S_{SY} = 0.577 \times 2000 \ \frac{kgf}{cm^2} = 1154 \ \frac{kgf}{cm^2}$

Cevap: D

22) Milin malzemesinin seçimi ve milin çapı taşınabilecek tork için gereklidir. Bir mili döndürmeye çalışalım. Milin yüzeyindeki maksimum gerilme $\tau = \frac{T \times r}{J}$'dir. Yarı çap (r) nötr eksenden 5 cm mesafededir. $J = \frac{\pi \times D^4}{32}$ atalet momentidir. Maksimum gerilme mil yüzeyinde meydana gelir. Mil yüzeyi nötr eksenden en uzak radyal mesafedir. D = 10 cm ise r = 5 cm olur. Yüzeyde τ_{max} = 3000 $\frac{kgf}{cm^2}$ 'lik bir kayma Bir kayma gerilmesi meydana getirilmesi için aks mekanizmasında müsaade edilebilecek maksimum tork T_r (kgf-m) değerini hesaplayınız.

Tanımlar:

τ_{max} = Burulmada maksimum kayma gerilmesi

J : Polar atalet momenti

Tork: T_r (kgf.m)

Çözüm:

$\tau_{max} = T.r / J$

$\tau = 3000 = \frac{T.5}{\frac{\pi.10^4}{32}}$

T_r = 588750 kgf.cm = 5887,5 kgf.m,

23) Bir pompadaki debi 10 $\frac{m^3}{h}$, basınç 2 atm, verim 0,75 ise motor gücünü (N) bulunuz.

Bu hesaplamalarda $N = \frac{Q.P}{102.\eta}$ formülünü kullanabilirsiniz.

Birimleri $Q = \frac{m^3}{sn}$, $P = \frac{kgf}{m^2}$ olarak kullanırsanız gücü kW olarak bulursunuz.

Benzer şekilde $N = \frac{Q.H}{102.\eta}$ formülünde,

birimler $Q = \frac{lt}{sn}$, H = m olursa N= kW olarak bulunur.

A) 0,18 **B)** 0,36 **C)** 0,54 **D)** 0,72

Çözüm:

$$N = \frac{10 \frac{m^3}{h} \cdot \frac{h}{3600\ sn} \cdot \frac{2\ kgf}{1\ cm^2} \cdot \frac{1\ cm^2}{1\ m^2} \cdot 10000}{102 \times 0,75}$$

Cevap: D

24) Bir motor mili 100 devir/dk (rpm: revolution per minute = devir/dk) ile çeviriyor. Devir konusunda bazı açıklamalar aşağıdadır;

1 $\frac{devir}{dakika} = \frac{2\pi\ radyan}{dakika}$'dır. O halde 100 rpm ne kadar radyan/saniye eder?

A) 1 **B)** 10 **C)** 10.4 **D)** 6

Çözüm:

1 $\frac{devir}{dakika}$ = 1 rpm $\frac{2\pi\ radyan}{dakika}$

100 $\frac{devir}{dakika}$ X

$$X = \frac{2\pi rad.100}{dakika} = \frac{2\pi rad.100}{1\ dakika} \cdot \frac{1\ dakika}{60\ sn} = 10.4\ rad / sn$$

Cevap: C

Bilgi: $\frac{2\pi rad}{sn} = \frac{360^0}{sn} = 400 \frac{Grad}{sn} = 1$ devir /sn

= 1 devir / sn x 60 sn / 1 dak = 60 devir / dak

Açıklama:

Devir bir sayıdır. Saniyedeki devir sayısına frekans da denilir. 600 devir/dakika bir dakikadaki devir sayısını ifade eder. Frekans $f = \frac{600 \text{ devir}}{60 \text{ sn}}$, $f = \frac{10 \text{ devir}}{\text{sn}}$

T = periyod, $T = \frac{1}{f}$, $f = \frac{1}{T}$

$f = \frac{10 \text{ devir}}{\text{sn}}$ ise T periyodu $= \frac{\text{sn}}{10 \text{ devir}} = \frac{0{,}1 \text{ sn}}{\text{devir}}$

Bir devir sayısı aynı zamanda 360 derecedir.

360 derece = 2.3,14 radyan = 2.π radyan olarak yazılır.

Açısal hız $\omega = 2.\pi.f\ (1 / \text{sn}) = 2.\pi.\ n\ (1/\text{sn}) = 2\pi.\ \frac{1}{T}$ yazılabilir.

Mesela problem devir/dakika olarak verilirse, verileni 60 sayısına bölmek ve birimi 1/sn cinsine çevirmek gerekir. Devir/sn olarak verilirse veya f: frekans 100/saniye denirse yukarıdaki açısal hız formülünde f yerine 100 rakamını yazınız. Sonuç radyan/sn olarak bulunur.

n = 120 devir/dak, n = 120 devir/60 sn veya f = 120 devir/60 sn denildiğinde; frekans f = 2/sn, n = 120 devir/dak anlaşılmalıdır. Bu durumda:

açısal hız $\omega = 2.\pi.n/60 \text{ sn} = 2.\pi.f/1 \text{ sn} = 4.\pi/\text{sn}$ olur. İsterseniz $\omega = 4\pi$rad./sn diyebilirsiniz.

$\omega = 4 \text{ x } 3{,}14$ rad. / sn yazılabilir.

Cevap: C

25) 1 kg'lık kütlenin ağırlığı dünya üzerinde kaç Newton'dur ?

A) 1 **B)** 5 **C)** 8 **D)** 9,81

Çözüm:

W = m x g olduğunu hatırlayalım. 1 kg kütlenin ağırlığı

$W = 1 \text{ kg x } 9{,}81 \frac{\text{m}}{\text{sn}^2} = 9{,}81 \text{ N}$

Cevap: D

26) 1 kg'lık kütlenin ağırlığı 9,81 N ise 1 Newton kuvvet ne kadar kütlenin ağırlığına eşittir ?

A) 1 **B)** 9,8 **C)** 0,102 **D)** 10

Bununla	x	Bunu çarpın	=	Bunu bulun
..... kg	x	9,8 m/s^2	=	..... N

Çözüm:

9,81 N	1 kgf
1 N	x

$$x = \frac{1\ N \times kg}{9{,}81\ N} = 0{,}102\ kgf$$

1 Newton = 0,102 kgf

Bu çalışma herkese çok kolay gelir. Aslında bu çalışma dikkat isteyen bir konudur. Ağırlık bir kuvvettir. Newton ile ölçülür. Kütle cismin değişmeyen bir özelliğidir. Kg ile ölçülür. Ağırlık dünyada yer çekimi nedeniyle değişen bir kavramdır. Kutupta ve Ekvatorda başkadır. Kutuplara doğru gidildikçe (kütle aynı kalmasına rağmen) ağırlık artar. Ekvatorda ağırlık azalır.
Yer çekimi ivmesi değiştiği için cismin ağırlığı değişir. Bir cisim dağın tepesinde deniz seviyesine göre daha hafiftir.

Cevap: C

Basınç ve yer çekimi hakkında bilgi :

Dağın tepesinde atmosfer basıncı az, deniz seviyesinde üzerimizdeki havanın basıncı fazladır. Cisim yerküresi tarafından ekvatorda daha az çekilir. Kutuplarda daha çok çekilir.

27) 0,102 kgf x m eğer 1 Newton x m ise, 1 kW ne kadar $\frac{kgf.m}{sn}$ eder ?

A) 1 **B)** 10 **C)** 9,81 **D)** 102

Çözüm:

0,102 kgf x m = N x m = 1 Joule olduğuna göre

$$0{,}102\ \frac{kgf.m}{sn} = 1\frac{N \times m}{sn} = 1\ Watt\ ;\quad 102\ \frac{kgf.m}{sn} = 1000\ Watt = 1\ kW$$

Cevap: D

28) Aşağıdaki eşitliklere göre; 10 cm^2 taban alanı olan, 20 cm yükseklikteki dikdörtgenler prizmasının civa dolu ağırlığını hesaplamak için aşağıdaki formüllerden hangisi gerekir?
Not: Bu formüllerin hepsi doğrudur, ancak bunlardan bir tanesi problemi doğru olarak çözer.

A) $W = m \times g$ (W=Ağırlık, m=Kütle, g= Yer Çekimi İvmesi)

B) $\rho = \frac{m}{V}$ (ρ: Yoğunluk, m = Kütle, V: Hacim)

C) $\frac{W}{g} = \rho \times V = \rho \times (F \times h)$ (F: Alan, h:Yükseklik)

D) $\rho \times V = m$ (ρ: Yoğunluk, V: Hacim, m: Kütle)

Cevap: C

29) Aşağıdaki özelliklerde içi civa ile dolu bir tüp düşünün. Ağırlık formülü $W = m \times g$ ve $\rho = \frac{m}{V}$' dir. 1 cm^2 kesitli tüp içinde, h = 76 cm yükseklikte civa olduğu kabul edilirse civanın kütlesini ve tüpün alt noktasındaki basıncını bulunuz.

$\rho_{civa} = 13{,}6 \frac{kg}{dm^3}$

A) 103×10^{-3} kg **B)** 206×10^{-3} kg
C) 103×10^{-2} kg **D)** 206×10^{-2} kg

Çözüm:

$W = m \times g$

$W = \rho \times V \times g$

$W = \rho \times (F \times h) \times g$

$W = 13600 \frac{kg}{m^3} \times (1 \times 10^{-4}\ m^2 \times 0{,}76\ m) \times 9{,}8 \frac{m}{sn^2}$

$W = 10{,}1298\ kg \times \frac{m}{sn^2}$

$W = 10{,}1298\ N$

W = m x g

10,1298 = m x 9,81

m = 1,03 kg

Cevap: C

30) Çevresel hız v = π x D x n ile verilir. D = mm ve n = $\frac{\text{devir}}{\text{dak}}$ 'dir. Aşağıda verilen özelliklerdeki bir milin D = 0,1m, n = 1000 $\frac{\text{devir}}{\text{dak}}$, ise v hızını $\frac{\text{m}}{\text{sn}}$ cinsinden bulun.

A) 5,23 **B)** 1 **C)** 10 **D)** 25

Çözüm:

v = π x D x n

v = 3,14 x 0,1 m x 1000 $\frac{1}{\text{dak}}$ x $\frac{1 \text{ dak}}{60 \text{ sn}}$

v= 5,23 $\frac{\text{m}}{\text{sn}}$

Cevap: A

31) 1 Newton 0,102 kgf ise 1 Joule ne kadar kgf.m eder ?

A) 9,81 **B)** 1 **C)** 0,102 **D)** 1,2

Çözüm:

1 N = 0,102 kgf

1 N.m = 0,102 kgf.m

1 N.m = 1 Joule = 0,102 kgf.m

Cevap: C

32) 1 kgf = 9,81 N ise 1 kgf.m ne kadar Joule eder?

A)1,2 **B)** 9,81 **C)** 0,102 **D)** 1

Çözüm:

1 kgf = 9,81 N

1 kgf.m = 9,81 N.m

= 9,81 Joule

Cevap: B

33) 1 $\frac{\text{N x m}}{\text{saat}}$ kaç Watt eder?

A) 1 Watt **B)** 100 Watt **C)** 1 / 3600 Watt **D)** 1 / 360 Watt

Çözüm:

$$\frac{\text{N x m}}{\text{saat}} = \frac{\text{1N x m}}{\text{saat}} \text{ x } \frac{\text{1 saat}}{\text{3600 sn}} = \frac{\text{1N x m}}{\text{3600 sn}} = \frac{1}{3600} \text{ Watt}$$

Cevap: C

34) 1 N.m = 1 Joule olarak tanımlanır. 1 N.m ne kadar kgf.m eder?

A) 0 **B)** 0,102 **C)** 0,001 **D)** 1

Çözüm:

9,81 N.m	1 kgf.m
1 N.m	X

X = 0,102 kgf.m

Cevap: B

Açıklama:

$\frac{\text{1 N.m}}{\text{sn}} = \frac{\text{1 Joule}}{\text{sn}}$ = 1 Watt ise;

$\frac{\text{1000 N.m}}{\text{sn}} = \frac{\text{1000 Joule}}{\text{sn}}$ = 1kW eder.

Bu eşitliği 3600 sn ile çarparsak;

3.6 x 10^6 Joule = 1 kWh bulunur.

35) $\frac{\text{N.m}}{\text{sn}} = \frac{\text{Joule}}{\text{sn}}$ olduğuna göre bu ifade kaç Watt eder ?

A) 1 **B)** 0,01 **C)** 0,001 **D)** 0,1

Çözüm:

1 N.m = 1 Joule

$\frac{\text{1 N.m}}{\text{sn}} = \frac{\text{1 Joule}}{\text{sn}}$ = 1 Watt

Cevap: A

36) 1 Watt ne kadar kgf.m / sn eder?

A) 102 **B)** 0,102 **C)** 10,2 **D)** 1,02

Çözüm:

1 W = 1 J / sn = 1 N.m / sn olduğuna göre;

$$\frac{1\ \text{N.m}}{\text{sn}} = \frac{0{,}102\ \text{kgf.m}}{\text{sn}}$$

Cevap: B

37) 1 kW = $\frac{102\ \text{kgf.m}}{\text{sn}}$ ederse, 1 kW kaç $\frac{\text{Joule}}{\text{sn}}$ eder ?

A) 1000 **B)** 10 **C)** 1 **D)** 100

Çözüm:

$\frac{1\ \text{kgf.m}}{\text{sn}}$	$\frac{9{,}81\ \text{N.m}}{\text{sn}}$
$\frac{1\ \text{kgf.m}}{\text{sn}}$	X

$$x = 1000\ \frac{\text{N.m}}{\text{sn}} = 1000\ \text{J / sn} = 1000\ \text{W}$$

1 kW = 1000 Watt bulmuş olduk.

Cevap: A

38) Bir milin taşıyabileceği güç önemlidir. Bu amaçla aşağıdaki formül kullanılabilir.

Güç = Tork x Açısal hız

$$N\ (\text{hp}) = \frac{T(\text{N x m}) \times (2\pi n)}{60\ \text{sn} \times 746}$$

T: Tork, Açısal hız: $\omega = 2\pi n\ \frac{\text{devir}}{\text{dak}}$

Milin dönüşü (rpm) veya n $\frac{\text{devir}}{\text{dak}}$

N (hp) : Elektrik motorunun beygir gücü

39) T = 50 N.m , n = 500 $\frac{\text{devir}}{\text{dak}}$ ise sağlanan gücü (hp) bulunuz.

A) 1 **B)** 3.5 **C)** 55 **D)** 10

Çözüm:

$$\mathbf{N} = \frac{50 \text{ x } 2 \text{ x } 3.14 \text{ x } 500}{60 \text{ x } 746} = 3{,}5 \text{ hp}$$

Nelere dikkat edelim?

Tork = Newton . m

n = devir/dak

2 π radyan = 1 devir

π radyan = 3.14 radyan

1 dak = 60 sn

746 Watt = 1hp

Cevap: B

40 T = Tork, n = $\frac{\text{devir}}{\text{dak}}$ ve N (hp) : Motorun beygir gücü T = 50 N.m, n=500 $\frac{\text{devir}}{\text{dak}}$ ise sağlanan gücü (kW) olarak bulun.

A) 1 **B)** 2,61 **C)** 3,5 **D)** 7

Çözüm:

$$\mathrm{N} = \frac{50 \text{ x } 2 \text{ x } 3.14 \text{ x } 500}{60 \text{ x } 746} = 3{,}5 \text{ hp}$$

$$\mathrm{N} = 3{,}5 \text{ hp} = 3{,}5 \text{ hp x } \frac{0{,}746 \text{ kW}}{1 \text{ hp}} = 2{,}61 \text{ kW}$$

Cevap: B

41) Pompa Mili Gücü : $N = T \cdot \omega = \frac{Q.P}{102.\eta}$ 'dir.

Birim analizi yapınız. 1kW = 102 kgfm/sn
Q = litre/sn
P = atm olarak alınız.

42) $2.\pi.\text{radyan} = 360^0$ açı ise, 1 radyan kaç derecelik açıya eşittir ?

A) 1 **B)** 57,3 **C)** 180 **D)** 565.2

Çözüm:

$2.\pi.\text{radyan} = 360^0$

$1 \text{ radyan} = \frac{360}{2\pi} = 57,3^0$

Cevap: B

IV. BÖLÜM
MAKİNE BİLGİSİ

Bölüm Yazarı: Prof. Dr. M. Oktay ALNIAK

4.1 Makine ve Mukavemet Bilgisi

Bu kitap makine, mekatronik temel ve teorik bilgilerinden ziyade örnek problemlerin yer aldığı bir çalışmadır.
Makineciler ve mekatronikçiler için malzeme ve mukavemet bilgisi önemlidir. Burada verilmiş olan problemler muhtelif derslerde ve seviyelerde okutmuş olduğum ve öğrencilerin bilmesini istediğim ve bilmelerinde fayda gördüğüm konulardır. Bu bilgileri öğrenenler bulundukları ortamda mesleklerini güvenle yapabilirler. Makine temel bilgileri ve kullanılan bazı formüller aşağıdadır.

Makine elemanı olarak miller güç iletmeye yararlar. Otomobillerin krank milleri, kardan milleri, elektrik motorlarının güç ileten milleri, aks milleri burulmaya dayanır ve güç iletirler. Miller aşınmaya dayanıklı olmalıdır. Rulmanların içinde dönen miller ile rulman bileziği arasında milyon devirleri aşan sürtünme vardır. Sürtünmeyi azaltmak için yağlama yapılır. Milin yüzeyi ne kadar düzgün ve sert olursa aşınma o kadar az olur. Yüzey pürüzlülüğünü ve sürtünmeyi azaltmak için mil yüzeyleri taşlanır ve aşınmayı azaltmak için mil yüzeyleri sertleştirilir. Millerin burkulmaya dayanıklı olması için mil yüzeyinin sert ve mil göbeğinin yumuşak olması arzu edilir. Böyle olursa kırılma önlenir. Bu genel bilgiden sonra millerin çap hesabını öğrenmek faydalıdır. Problemler bölümünde çeşitli formüller, birimler kullanmanızı gerektiren değişik problemler hazırlanmıştır. Bunları çözerken bilgileriniz kalıcı olacaktır. Küçük hatalar yanlış sonuçlar verir. Meselelerin esasını öğrenin. Teknik işler hata kabul etmez.

4.2 Millerde Burulma Gerilmesi ve Mil Çapı Hesabı

$$\tau_{max} = \frac{T.r}{J} = \frac{T \cdot \frac{D}{2} \cdot 32}{\pi \cdot D^4} = \frac{16.T}{\pi.D^3}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{16.T}{\tau_{max}\pi}}$$

Tork (T) : mili çevirmeye çalışan momenttir. (Newton.m)

Yarıçap (r) : nötr eksenden en uzak mesafede maksimum gerilme olur.

Polar atalet moment (J) : $J = \frac{\pi.D^4}{32}$

M : moment

τ_{em} : N/m^2

$\tau_{em} : \tau_{akma}/N$, N: Emniyet katsayısı

$\tau_{kayma\ akma} = 0{,}577 \times \sigma_{akma}$

(Kayma akma gerilmesi çekme akma gerilmesinin 0.577 ile çarpımına eşit kabul edilir.)

Çeliklerde $\tau_{max\ akma} = 0{,}8\ \tau_{max\ çekme}$

4.3 Millerin Hesabında Tork, Güç (hp), n (devir sayısı) Formülü

Pompalarda devir sağlayan elektrik motorlarının milleridir. Bir mil dönerken tork meydana gelir. Elektrik motoru gücü, tork ve devir arasında kullanılan formüller aşağıdadır.

$P = T.\omega$

$T = \frac{P}{\omega}$

Aşağıdaki sorulara cevap arayalım.

1 kgf-cm torkun 1 $\frac{devir}{dakika}$ 'da ileteceği güç nedir?

Bir beyir gücünü 1 $\frac{devir}{dakika}$ 'da iletmek için gereken tork nedir?

P = 1 hp

$\omega = 2\pi n$

$n = 1 \frac{devir}{dakika}$ olsun.

$$T = \frac{P}{\omega} = \frac{1\ hp}{\frac{2.\pi.1}{dak}} = \frac{\frac{75\ kgf.m}{sn}}{2.\pi.1\ \frac{devir}{dak}} = \frac{7500\ kgf.cm\ x\ 60\ sn}{sn.2.\pi} = 71620\ kg.m$$

$$T\ (kg.cm) = \frac{71620.hp}{n}\ \text{(Mil ve pompalarda çok kullanılır)}$$

$$T\ (kg.m) = \frac{716.hp}{n} = \frac{534\ kW}{n}$$

Kayma gerilmesi nötr eksenden yarıçap mesafesinde maksimum olur. Burada J polar atalet momentidir. Dönen millerde J aşağıdaki şekildedir.

$\tau_{max} = M.c/J = (M.D/2) / \pi.D^4/32$

$J = \pi.D^4/32$ (Polar atalet momenti)

$D^3 = \frac{16\ M}{\pi\ x\ \tau_{max}}$ (Mil çapının hesaplanması)

$\tau_{max} = 0.5\ \sigma$ olarak kullanılabilir.

$\tau_{max} = \frac{16\ M}{\pi\ x\ D^3}$ (Millerde kesme gerilmesi)

4.3.1 Eğilme momenti uygulanan miller

Dönmeyen millerde eğme momenti etkisinde maksimum kayma gerilmesi:

$\tau_{max} = \frac{M.c}{I}$ ile bulunur. $I = \frac{\pi.D^4}{64}$ (Atalet momenti)

Örnek:

100 hp güç nakledilecektir. n = 1000 devir/dak ise T = ?

Çözüm:

$T = \frac{71620\ x\ 100}{1000} = 7162\ kgf.cm = 71{,}62\ kgf.m$

4.4 Tork ve Güç Hesap Örnekleri

4.4.1 Araçlarda Civata Hesabı Yapılması

Nakledilecek güç: 5 hp, mil devri: n = 1000 devir/dakika Malzeme kayma gerilmesi τ = 3000 kgf/cm^2 olduğuna göre cıvatanın çapını bulalım.

$$\tau_{max}\,(\text{kgf.cm}) = \frac{71620 \text{ x } 5}{1000} = 358 \text{ kgf.cm}$$

$$D^3 = \frac{16 \text{ x } 358}{\pi \text{ x } 3000}$$

D = 0.84 cm bulunur.

Emniyet katsayısı 2 olsun. Çap D emniyetli = 2 x 0.84 = 1.68 cm
Binek araçlarda 4 tekerde 4'er adet cıvata vardır. Yük kamyonlarında daha fazladır.

4.5 Bir Dişlide Dairesel Hatve (circular pitch)

$$P_c = \frac{\pi.D}{N}, \quad P_d \text{ x } P_c = \pi = 3{,}14$$

4.6 Dişli Çiftlerinde Devir ve Diş Sayısı Hesabı

Dişli çiftlerinde n_1 ve n_2 devir sayıları, Z_1 ve Z_2 diş sayıları olsun.

$n_1 \text{ x } Z_1 = n_2 \text{ x } Z_2$ olarak yazılır.

4.7 Devirler ve Dişliler Arasındaki Bağıntı

4.7.1 Dişlilerde Hatve Hesabı

a. Cıvatalarda metrik hatve; bir boş diş + bir dolu diş mesafesidir. Metrik civatalarda diş açılmış boy L olsun. Diş sayısı N ise;

Hatve = $\frac{L}{N}$ olur. Birimi mm'dir.

b. Cıvatalarda inch sisteminde bir inch mesafesindeki diş sayısına hatve denir.

Parmakta 16 diş demek "1 inch boyda 16 diş vardır." anlamına gelir.

c. Dişlilerde çevresel hatve $P_c = \frac{\pi.D}{N}$ ile, çapsal hatve $P_d = \frac{N}{D(inch)}$ ile bulunur.

$P_d \times P_c = \pi$ olur.

d. Modül m her zaman mm olarak, Amerikan dişli hatvesini Avrupa standartlarına (SI) çevirmek amacıyla kullanılır. Modül m (mm),

$m = \frac{25{,}40\ mm}{N\ (diş\ sayısı)}$ (modül m , birimi mm olur)

Çap inch olarak verilmişse 25,4 ile çarpın ve mm'ye çevirin.

e. ABD sisteminde; çapta bir inç mesafede kaç diş vardır ? Bunun adına hatve denir.

$\begin{matrix} N = 20\ diş \\ D = 10\ inch \end{matrix} = \frac{2\ diş}{1\ inch}$ $P_d\ (inch^{-1}) = 2\ diş\ (inch^{-1})$

Örnek:

Modül m, birimi mm'dir.

$M\ (mm) = \frac{25{,}40\ mm}{N\ (diş\ sayısı)}$

Diş sayısı	x	P_d hatve	=	25,40(mm)
1		25		25,40
5		5		25,40
10		2,54		25,40
25		1		25,40

Örnek:

$m\ (mm) = \frac{25{,}40\ mm}{N\ (diş\ sayısı)}$

Modül(mm)	x	P_d hatve $(inch^{-1})$	=	25,40 mm
0,3		84,7		25,40
1		25,4		25,40
5		5,08		25,40
10		2,54		25,40
12		2,12		25,40

4.8 Dişli Formülleri ve Hatve Bilgileri

$P_c = \frac{\pi.D}{N}$ $P_d = \frac{N}{D}$ $P_c \times P_d = \pi$

Özet bilgi:

P_c : Çevresel hatve

P_d : Çapsal hatve

Çevresel hatve P_c'de;

Ölçüler inch olursa, hatveler inch olur.

Ölçüler mm olursa, hatveler mm olur.

Halbuki;

Birleşik Devletlerde çapsal hatve kullanılır. P_d çapsal hatve $inch^{-1}$'dir. P_d'nin birimi (reciprocal inches) ($inch^{-1}$)'dir. Bunun manası bir inch mesafedeki diş sayısı demektir. Parmakta diş sayısı olarak da bilinir.

SI sistemine çevirmek için modül (m) kullanılır.

Modül $m = \frac{d\,(mm)}{N}$

Burada d çapı mm olarak verilir. Modülde her zaman d çapı mm olarak kullanılır. (inch olarak verilen çapı 25,4 ile çarpın.)

$$\frac{1}{m} = \frac{N}{d(mm)} = P_d$$

P_d : Çapsal Hatve

Amerikan sisteminde $P_d = \frac{N}{D(inch)}$

$D = 10"$, $N = 20$ diş

$P_d = \frac{20}{10} = \frac{2}{inch} = 2\ inch^{-1}$, $m = \frac{1}{P_d} = \frac{1}{P_d(inch^{-1})} = \frac{25,4}{P_d}$

$P_d = 2\ inch^{-1}$ ise ;

$m = \frac{25,4}{2}$ mm eder.

Tablo incelendiğinde $m = 12$ ise $P_d\ (inch^{-1}) = 2.12$ olduğu görülür.

Örnek:

N = 50 diş, D = 10"

$P_c = \frac{\pi.D}{N} = \frac{\pi.10}{50} = 0{,}628" = 15{,}95$ mm

$P_d = \frac{50}{10"} = 5\ inch^{-1}$ (1 inch mesafede 5 diş var.)

$P_d \times P_c = 0{,}628" . 5\ inch^{-1} = \pi$

$m = \frac{25{,}40}{P_d} = \frac{25{,}40}{5} = 5$ mm

Tabloda m = 5 ise, $P_d = 5{,}08\ inch^{-1}$ değeri görülür.

Açıklama:

a. $P_c = \frac{\pi .D}{N}$; P_c'nin birimi inch veya mm olabilir. Çapı inch kullanırsanız P_c inch olur. Çapı mm olarak kullanırsan P_c mm olur.

b. $P_d = \frac{N}{D}$; diş sayısı . $inch^{-1}$; Her zaman 1 inch mesafedeki diş sayısıdır.

c. $m = \frac{1}{P_d} = \frac{1}{P_d.inch^{-1}} = \frac{1\ inch}{P_d} = \frac{25{,}40}{P_d}$

(P_d bir inch'deki diş sayısıdır.)

4.9 Gerilme ve Deformasyon (gerinme)

σ (gerilme) = $\frac{F(kuvvet)}{A(alan)}$

4.9.1 Deformasyon

$e = L_i - L_0 / L_0$

(L_0 = deney numunesinin ilk boyu, L_i ise deney numunesinin son boyudur.)

4.9.1.1 Gerçek Deformasyon:

Deformasyon esnasında alan değişir. Değişen alana göre gerilmeler de değişir. Logaritmik olarak hesaplama yapmak gerekir.

$e = \ln(l_i / l_0) = \ln(A_0 / A_i)$

4.9.1.2 σ_T, Gerçek Deformasyonu Sağlayan Gerçek Gerilme

$\sigma_T = K \times \varepsilon^n$

K: akma değeri, ε: gerinme, n: eğrinin eğimi

4.9.1.3 Gerilme ve Deformasyon Hakkında Açıklama:

Gerçek deformasyon $\varepsilon = \frac{L_i}{L_0}$ formülü, mühendislik deformasyonu

$e = \frac{L_i - L_0}{L_0} = \frac{L_i}{L_0} - 1$ formülü ile belirtilir.

$\frac{L_i}{L_0} = e + 1 \quad \Rightarrow \quad \ln \frac{L_i}{L_0} = \ln (e+1) \quad \Rightarrow \quad \varepsilon = \ln \frac{L_i}{L_0} = \ln (e+1)$ bulunur.

Elastik deformasyon için aşağıdaki formüller yazılabilir.

i. $\sigma = E \times e$

ii. $1 + e = \frac{\sigma}{E} + 1$

iii. $\ln(1 + e) = \varepsilon = \ln(\frac{\sigma}{E} + 1)$

Açıklama: Malzemenin deformasyonunda başlangıç ve son hacimler eşit kabul edilir.

$V_0 = V_1$, $A_0.L_0 = A_i.L_i$

$\frac{L_i}{L_0} = \frac{A_0}{A_i}$, $\ln \frac{L_i}{L_0} = \ln$

$\varepsilon = \ln \frac{L_i}{L_0} = \ln \frac{A_0}{A_i}$ (Gerçek Deformasyon)

$\sigma = E \times e$

$\sigma_T = K \times \varepsilon^n$

σ_T, gerçek deformasyonu sağlayan gerilme olarak bilinir.

$\varepsilon = \ln(e+1)$, $\sigma_T = K \times (\ln(e+1))^n$

K : Plastik deformasyonun başladığı akma değeri.

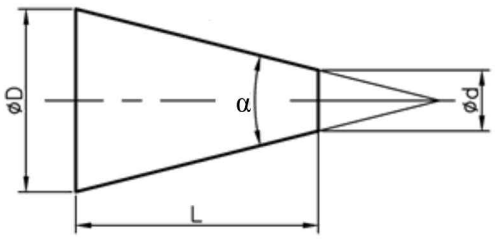
4.10 Dairede Çevre Hızı

v = π.D.n.(1/60sn) formülü ile bulunur.

v = 2.π.f f: frekans (devir/sn)

v = 2.π.n n: devir/dak

4.11 Koniklik



Açıklama:

Koniklik oranı : $\text{Tan}\alpha = \frac{D - d}{L}$ olmalıdır.

"(Koniğin büyük çapı – Koniğin küçük çapı) / (konik boyu)" olarak tanımlanır. Konikler sanayide talaşlı imalatta çeşitli amaçlarla kullanılır.

Eğim:

$\text{Tan}\frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2L}$

4.12 Debi

$Q = \frac{\pi \times D^2}{4} \times v$

v: Suyun akış hızı (m/dak)

D: Boru çapı

4.13 Ankastre Kirişte Kesme Kuvveti

Maksimum gerilme, kesme gerilmesi ve momentten kaynaklanan gerilme toplamına eşittir.

$$\sigma_{max} = \frac{M_c}{I} + \frac{P}{A}$$

Açıklama:

P : Kirişe gelen yük
A : Alan
M : Moment
c : Nötr eksene olan uzaklık
I : Atalet momenti

4.14 Basınçlı Tüpler

Saç kalınlığı yaklaşık olarak yarıçap (r)'dan 1/10 nispetinde ise silindir ince cidarlı kabul edilir. Silindir boyunca basınç sabit ve radyal genişleme $\sigma_r = 0$ kabul edilir σ_t = Çekme Gerilmesi, σ_r = Radyal Gerilme, σ_A = Akma Gerilmesi, $\sigma_a = P.\ r\ /\ 2t$ formülü kullanılır.

4.14.1 Basınçlı Kapılarda Gerilme

$$= \frac{P_i \times r_i^2 - P_0 \times r_0^2}{r_0^2 - r_i^2}$$

P_i : İç basınç

P_0: Dış basınç

r_i : İç yarıçap

r_0 : Dış yarıçap

4.14.2 İnce Cidarlı Kaplarda

Gerilme: $\sigma_a = P.r\ /\ 2t$

t: Et kalınlığı

4.15 Spiral Dişlili Bir Krikoda Dişlinin Hatvesi

$Tan\alpha.\pi.D$

$$Tan\alpha = \frac{P}{\pi \times D} \quad , Tan\beta = \frac{\pi \times D}{P}$$

4.16 Yay Sabiti

F = kuvvet, x = yol, k = yay sabiti; etki eden kuvvet ve yay sabiti arasında; $k = F/x$ ve E (Enerji) $= \frac{1}{2} F.x = \frac{1}{2} k.x^2$ bağıntıları geçerlidir.

4.17 Dönen Millerde Tork

Moment (kgf x cm) $= 71620 \frac{hp}{n}$ (devir/dak.)

4.18 Çözümlü Sorular

1) Dişli problemlerine örnekler:

$P_d = \frac{\text{N (diş sayısı)}}{\text{D (inch)}}$, çaptaki diş sayısı $P_c = \frac{\pi.\text{D (inch veya mm)}}{\text{N (sayı)}}$

Çemberdeki diş sayısı olduğuna göre, P_d ve P_c ilişkisini bir sayıya dönüştürünüz.

A) $P_d \times P_c = 3,9$

B) $P_d \times P_c = \pi$

C) $P_d \times P_c = N$

D) $P_d \times P_c = \frac{1}{\pi}$

Çözüm:

$P_d \times P_c = \pi = 3,14$

Cevap: B

2) $P_b = P_c \times \text{Cos}\Theta$ (Base pitch) temel bölüm dairesie ait hatve hesabında kullanılır. $\text{Cos}\Theta$ ne açısıdır?

A) Helis açısı **B)** Güç iletmede basınç açısı

C) Dişliler arası temas açısı **D)** Diş dibi açısı

Cevap: D

3) Bir dişlide dairesel hatve (circular pitch) $P_c = \frac{\pi.D}{N}$ formülü ile bilinir. D, çaptır. N diş sayısıdır. "D" ne çapıdır ?

A) Diş dibi **B)** Diş üstü

C) Temel daire **D)** Dairesel hatve çapı

Cevap: D

4) Bir dişli mekanizmasında 20 diş bulunuyor. Temas çapı 10 inch olan bir dişlinin hatvesini bulun.

A) 0 **B)** 1,2 **C)** 1,57 **D)** 12,7

Çözüm:

$P_d = \frac{N}{D}$ (diametral pitch)

$P_d = \frac{20 \text{ diş}}{10 \text{ (inch)}}$ $P_d = \frac{2 \text{ diş}}{1 \text{ (inch)}}$ (Parmakta 2 diş)

m modül olarak bilinir.

$1/m = P_d$ sayısı / 1 inch ve $m = 25{,}4 / P_d$ olarak bilinir.

$m = 25{,}4 / P_d$, modül (mm)

$m = \frac{25{,}4}{2} = 12{,}7$ mm

Cevap: D

5) P_c dairesel hatvedir. Birimi nedir?

A) inch

B) mm

C) cm

D) inch veya mm olabilir.

Cevap: D

6) Çapsal ve çevresel hatveler ilişkisi $P_d = \frac{\pi}{P_c}$ olarak bilinir. $P_d = \frac{N}{D}$ olduğuna göre $P_d.P_c$ eşitliğinin sabit olmasının faydası nedir ? (SI birim sisteminde dişli hesaplarında çap D = d olarak yazılabilir.)

A) İmalat imkanı sağlar

B) Özel sebebi yoktur

C) Standardı sağlar

D) Mukavemet sağlar

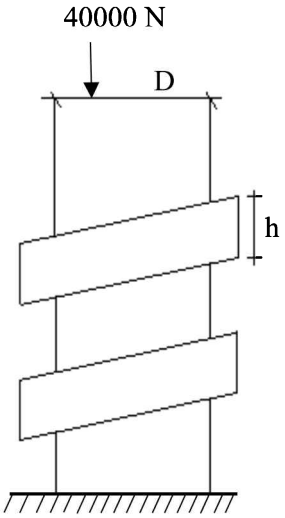
Cevap: C

7) Bir kriko 40.000 Newton yük kaldıracaktır. Vida iç çapı 3 cm'dir. Diş yüksekliği 2 mm'dir. Emniyet katsayısı 5'tir. Malzemenin çekme mukavemeti 300 MPa'dır. Asgari diş sayısını bulun.

A) 1 **B)** 4 **C)** 8 **D)** 12

Çözüm:

Açıklama: Kesilmeye çalışılan alanları bulunuz. Emniyetli yükü bu alana bölünüz. Kesilen alan önemlidir.



Emniyetli yük = 40000 x 5 = 200.000 N

Alan = π x D x h x N

P_c = Dairesel Hatve

$$300 \times 10^6 Pa = \frac{40000 \text{ Newton (yük)} \times 5 \text{ (enmiyet katsayısı)}}{\pi \times 0{,}03 \text{ m} \times 0{,}002 \text{ m} \times N \text{ (diş sayısı)}}$$

N = 3,5 ≅ 4 diş seçilecek.

Cevap: B

8) Bir kriko 2100 N ağırlığındaki bir aracı kaldıracaktır. Malzemenin çekme mukavemet değeri 2100 $\frac{N}{cm^2}$ dir. Emniyet kastsayısı 7'dir. Diş kalınlığı 5 mm olan düz dişli mekanizmasının diş dibi çapı ne olmalıdır? 7 diş kullanılacak olan malzenin çapını bulun.

A) 1,02 cm **B)** 15,9 cm **C)** 3,5 cm **D)** 0.7 cm

Çözüm:

$$\sigma(\text{gerilme}) = \frac{F \text{ (kuvvet)}}{A}$$

$$2100 \frac{N}{cm^2} = \frac{2100 \text{ N} \times 7}{7 \text{ diş} \times \pi \times 0{,}5 \text{ cm} \times D}$$

D = 0,7 cm (diş dibi)

Cevap: D

9) Modül Avrupa sisteminde kullanılır. Modül $m = \frac{D}{N}$ D : Çap (mm) N : Diş sayısı ise modül birimi nedir?

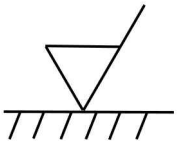
A) mm **B)** inch **C)** feet **D)** arşın

Çözüm:

$m = \frac{D}{N} = \frac{mm}{sayı} = mm$

Cevap: A

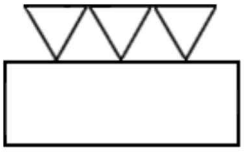
10) Aşağıdaki yüzey işleme işaretinin anlamı nedir?



A) Döküm **B)** Dövme **C)** Talaş kaldırma **D)** Hadde

Cevap: C

11) Aşağıdaki yüzey işleme işaretinin anlamı nedir?



A) Tornalanacak **B)** Frezelenecek

C) Dökülecek **D)** Taşlanacak

Cevap: D

12) Açısal hız $\omega = 2 \times \pi \times n$ ile verilir. Birimi nedir?

A) $\frac{\text{Radyan}}{sn}$ **B)** $\frac{m}{sn}$ **C)** saat **D)** ^0C

Cevap: A

13) Dairede çevre hızı $V = \pi.d.n$ ile verilir. d = metre ise hızın birimi nedir ?

A) m/sn **B)** devir **C)** m **D)** sn

Cevap: A

14) $60\frac{\text{mil}}{\text{saat}}$ kaç $\frac{\text{m}}{\text{sn}}$ eder ? (1 kara mili = 1609 m)

A) 14,4 **B)** 33 **C)** 26,8 **D)** 41,41

Çözüm:

$$60\ \frac{\text{mil}}{\text{saat}} \times \frac{1\ \text{saat}}{3600\ \text{sn}} \times \frac{1609\ \text{m}}{1\ \text{mil}} = 26{,}8\ \frac{\text{m}}{\text{sn}}$$

Cevap: C

15) 1 devir 360 derece ise, 1 $\frac{\text{devir}}{\text{dakika}}$ aşağıdakilerden hangisidir?

A) $\frac{2\pi\ \text{radyan}}{10\ \text{sn}}$ **B)** $\frac{\pi\ \text{radyan}}{\text{dak}}$ **C)** $\frac{2\pi\ \text{radyan}}{\text{sn}}$ **D)** $\frac{\pi\ \text{radyan}}{30\ \text{sn}}$

Çözüm:

$$\frac{1\ \text{devir}}{1\ \text{dak}} = \frac{2\pi\ \text{radyan}}{1\ \text{dak}} \times \frac{1\ \text{dak}}{60\ \text{sn}} = \frac{\pi\ \text{radyan}}{30\ \text{sn}}$$

$$\frac{1\ \text{devir}}{1\ \text{dak}} = \frac{2\pi \times 57{,}32^{\circ}}{60\ \text{sn}} = \frac{360^{\circ}}{60\ \text{sn}} = \frac{360^{\circ}}{1\ \text{dak}}$$

Açıklama:

2π radyan ne demektir?
360 derece demektir.
O zaman bir radyan ne demektir?
1 radyan = 360 / 2 x 3,14 = 57,32 derece
2π radyan = 2π.57,32 derece = 2 x 3,14 x 57,32 = 360 derece

Cevap: D

16) D = 100 cm , d = 50 cm, L = 100 cm ölçülerindeki konikte eğim kaç dakikadır?

A) 15 dk **B)** 210 dk **C)** 420 dk **D)** 840 dk

Çözüm:

$$\tan\alpha = \frac{D - d}{2 \times L} = \frac{100 - 50}{2 \times 100} = 0{,}25$$

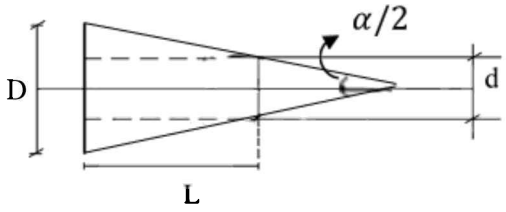
$\tan\alpha = 0{,}25$

$\alpha = 14^{\circ} = 840$ dk

Cevap: D

17) tanα = 1 ise α açısı kaç derecedir?

Açıklama: Konikler makine sanayiinde kullanılır. Eğim, koniklik açısının yarısının tanjant değerine eşittir.



Koniklik açısı: α

Eğim: $\tan\alpha = \frac{D - d}{2 \times L}$

tanα = 1 olursa α değerini bulunuz. Hesap makinası tuşlarının kullanış sırası şöyle olmalıdır.

İnverse tan 1 = ?

α açısı 45° bulunur.

18) Plastik enjeksiyon makinesinde elektrik motorunun dairesel düz dişlisi kovandaki helis dişliyi çalıştırıyor. Helis dişlisinin 60 cm kovan içindeki hatvesi 30 cm'dir. Z_1 = 2'dir. $n_1 = 10 \frac{\text{devir}}{\text{dakika}}$ ise düz dişli $n_2 = 4 \frac{\text{devir}}{\text{dakika}}$ ile dönmesi için Z_2 diş sayısını hesaplayın.

A) 1 **B)** 3 **C)** 5 **D)** 7

Çözüm:

$n_1 \times Z_1 = n_2 \times Z_2$ (dişli çiftlerinde devir ve diş sayısı ilişkisi)

$10 \frac{\text{devir}}{\text{dakika}} \times 2 = 4 \frac{\text{devir}}{\text{dakika}} \times Z_2$

$Z_2 = 5$

Cevap: C

19) Dakikada 10 devir yapan helis dişlisinin açısal hızını bulunuz.

A) 57 **B)** 67 **C)** 77 **D)** 87

Çözüm:

Açısal hız; $\omega = 2 \times \pi \times n$

$$\omega = 2 \times \pi \times \frac{10}{60\ sn} = 0{,}33\ \frac{\pi\ radyan}{sn}$$

veya

$$\omega = 2 \times 3{,}14 \times \frac{10\ rad}{60\ sn}$$

$$\omega = 1\ \frac{rad}{sn}$$

$$\omega = 57^{o}/sn$$

Cevap: A

20) Bir plastik enjeksiyon makinesinde kovan çapı 60 cm'dir. Kovan içindeki helis dişli tarafından plastik enjekte ediliyor. Plastiğin akış hızı v (hız)) 0,1 m/sn ise Q(debi) = ?

($Q = \frac{\pi \times D^2}{4} \times v$ formülünü kullanınız.)

A) 0,01 **B)** 101,7 **C)** 1 **D)** 10

Çözüm:

$$Q = \frac{\pi \times D^2}{4} \times v$$

$$Q = \frac{\pi \times (0{,}6)^2}{4} \times (0{,}1)\ \frac{m}{sn}$$

$$Q = 0{,}02826\ \frac{m^3}{sn}$$

$$Q = 0{,}02826\ \frac{m^3}{sn} \times \frac{3600\ sn}{1\ saat} = 101{,}7\ \frac{m^3}{saat}$$

Cevap:B

21) Makine tasarımı, imalatı ve test aşamaları sırasında aşağıdaki programlardan hangisi az kullanılır ?

A) CAM **B)** CAD **C)** ANSYS **D)** WINDOWS

Cevap: D

22) Makine tasarımında aşağıdaki programlardan hangisi çok kullanılır?

A) MATLAB **B)** AUTO CAD **C)** FORTRAN **D)** EXCELL

Cevap: B

23) Akma mukavemeti 10 kN/cm^2, yük 20 kN ve emniyet katsayısı 2 olan bir malzemenin emniyetli kesit alanını bulun.

A) 1 **B)** 2 **C)** 4 **D)** 8

Çözüm:

$$10 = \frac{20 \text{ x } 2}{A}$$

$$A = \frac{40}{10} = 4 \text{ cm}^2$$

Cevap: C

24) Basınç birimi olan 1 Pascal'ın eşitini seçin.

A) $1\frac{kg}{m^2}$ **B)** $1\frac{N}{cm^3}$ **C)** $1\frac{N}{m^2}$ **D)** $1\frac{kg}{cm^2}$

Cevap: C

25) Bir çekme deneyinde uzama miktarı $\Delta L = 10$ cm, $L_0 = 100$ cm ise mühendislik deformasyonu (gerinim) (e) kaçtır?

A) 0,01 **B)** 0,1 **C)** 1 **D)** 10

Çözüm:

$$e = \frac{L_2 - L_1}{L_1} = \frac{10 \text{ cm}}{100 \text{ cm}} = 0,1$$

Cevap: B

26) Deney esnasındaki boy $l_i = 5$ mm, malzemenin ilk boyu $l_0 = 10$ mm ise gerçek deformasyonu hesaplayınız.

A) 0.5 **B)** -0.69 **C)** -10 **D)** 1.5

Çözüm:

$\varepsilon = \ln\frac{l_i}{l_0} = \ln\frac{5}{10} = -0{,}69$

veya;

$\varepsilon = \ln 5 - \ln 10 = 1{,}6 - 2{,}3$

$\varepsilon = -0{,}69$ (Yaklaşık %70 basma olmuş. (-) işaretinin manası malzemeye basma deneyi uygulandığını, (+) işaretinin manası malzemeye çekme deneyi uygulandığını gösterir.)

Cevap: B

27) Yük P = 5000 N, alan = 5 cm^2, (E = elastik sabit), akma mukavemeti e = 0,002' de meydana geliyor. Buna göre E = ?

A) $1\frac{N}{m^2}$ **B)** $10\frac{N}{m^2}$ **C)** $10^3\frac{N}{m^2}$ **D)** $5 \times 10^9\frac{N}{m^2}$

Çözüm:

$\sigma = E \times e$ ve $\sigma = \frac{P}{A}$ yani $\frac{P}{A} = E \times e$

$E = \frac{P}{A.e} = \frac{5000\ N}{5\ cm^2 \times 0{,}002} = 5 \times 10^5\frac{N}{cm^2}$

$5 \times 10^5\frac{N}{cm^2} = 5 \times 10^5\frac{N}{cm^2} \times \frac{1cm^2}{10^{-4}\ m^2} = 5 \times 10^9\frac{N}{m^2}$

= 5000 MPa

Cevap: D

28) P: Yük, A: Alan, E: Elastik sabit, e: Deformasyon olduğuna göre aşağıdakilerden doğru olanı seçin.

A) $E = \frac{P}{A.e}$ **B)** $E = \frac{A.e}{P}$ **C)** $E = \frac{P}{A}$ **D)** $E = \frac{P.A}{e}$

Çözüm:

$\sigma = \frac{P}{A}$ ve $\sigma = E \times e \Rightarrow E = \frac{\sigma}{e} = \frac{P}{A.e}$ **Cevap: A**

29) L_0= ilk boyu, L_i = anlık boyu simgelemektedir. Aşağıdakilerden gerçek deformasyona ait formülü seçin.

A) $e = \frac{\Delta L}{L_i}$ **B)** $\varepsilon = \frac{L_i}{L_0}$ **C)** $\varepsilon = \frac{L_0}{L_i}$ **D)** $e = \frac{\Delta L}{L_0}$

Cevap: B

30) Gerçek gerilme $\sigma_T = K \times \varepsilon_T$ formülüyle hesaplanabilir. 2024 alüminyum alaşımı (T3 ısıl işlem görmüş) $n^n = 0,17$ ve K = 780 MPa olarak veriliyor. $\varepsilon = 0,5$ için gerçek gerilmeyi bulun.

A) 500 MPa **B)** 725 MPa **C)** 693 MPa **D)** 921 Mpa

Çözüm:

$\sigma_T = 780 \text{ x } (0,5)^{0,17}$

$\sigma_T = 693$ MPa

Cevap: C

31) Herhangi bir malzeme için yapılan basma deneyinde ilk boy $L_0 = 4$ mm' $\varepsilon = -0,7$ mm ise malzemenin son boyu nedir?

A) 0,97mm **B)** 2,97mm **C)** 3,97mm **D)** 1,97 mm

Çözüm:

$$-0,7 = \ln \frac{x}{4 \text{ mm}}$$

$-0,7 = \ln x - \ln 4$

$\ln x = -0,7 + \ln 4$

$= -0,7 + 1,38$

$= 0,68$

$x = 1,97$mm

Cevap : D

32) Plastik deformasyonda başlangıç ve son hacimler eşit ise; gerçek deformasyon (σ) aşağıdakilerden hangisine eşittir ?

A) $\ln \frac{A_i}{A_0}$ **B)** $\ln \frac{A_0}{A_i}$ **C)** $\log A_0$ **D)** $\ln A_i$

Cevap: B

33) Mühendislik gerinimi ile gerçek gerinim arasında $\varepsilon = \ln(e+1)$ ilişkisi vardır. Mühendislik gerinimi, $e = 0,5$ ise gerçek gerinim, ε değerini bulunuz.

A) 0,040 **B)** 0,405 **C)** 4 **D)** 400

Çözüm:

$\varepsilon = \ln(0,5 + 1) = 0,405$

Cevap: B

34) İlk boy $L_0 = 20$ cm, mühendislik gerinimi $e = 0,5$ ise gerçek gerinim ε ve l_i değerlerini hesaplayınız.

A) $\varepsilon = 0,1$ $l_i = 10$

B) $\varepsilon = 0,2$ $l_i = 20$

C) $\varepsilon = 0,3$ $l_i = 25$

D) $\varepsilon = 0,4$ $l_i = 30$

Çözüm:

$$\varepsilon = \ln \frac{l_i}{l_0} = \ln(e + 1)$$

$$\varepsilon = \ln \frac{l_i}{20} = \ln(0,5 + 1)$$

$\ln 1,5 = 0,405$

$$\varepsilon = \ln \frac{l_i}{20} = 0,405$$

$\ln(l_i) - \ln 20 = 0,405$

$\ln(l_i) = 0,405 + \ln 20$

$= 0,405 + 2,995 = 3,4$

$\ln(l_i) = 3,4$ ise $l_i = 29,96 \approx 30$

Cevap: D

35) Malzemenin soğuk şekil değiştirme ile mukavemet özelliği yükseltilebilir.
e = Deformasyon oranı (gerinim),
σ = Gerilme,
σ_T = Gerçek deformasyonu sağlayan gerçek gerilme,
n = Plastik deformasyon katsayısı,
K = Ölçülen mühendislik gerilmesi,
e = 0,5 , n = 0, 7 , K = σ ve σ = 1000 MPa ise σ_T değerini bulunuz.
A)1 **B)** 100 **C)** 531 **D)** 5250

Çözüm:

$\sigma_T = K \times e^n = K \times \{(\ln(e + 1))\}^n$
$\sigma_T = 1000 \times \{(\ln(0,5 + 1))\}^{0,7}$
$\sigma_T = 531$ Mpa

Cevap: C

36) Gerçek gerilme (σ_T) ile mühendislik gerilmesi (σ) arasında bir eşitlik vardır. Mühendislik gerilmesi 1000 MPa ve offset deformasyonu 0,002 olan bir sistemde (σ_T) değerini bulunuz. (n = 1 olsun)
A) 1,998 MPa **B)** 1000 MPa **C)** 1002 MPa **D)** 2 Mpa

Çözüm:
$\sigma_T = K \times e^n = K \times \{(\ln(e + 1)\}^n$
$\sigma_T = 1000 \times \{(\ln(0,002 + 1)\}^1$
$\sigma_T = 1000 \times (0,0019)$
$\sigma_T = 1,998$ Mpa
Cevap: A

37) Güvenlik, dayanıklılık, sessizlik aşağıdakilerden en çok hangisinde aranır?
A) Tanımlama şartnamesi
B) Tasarım faaliyeti
C) İmalat işlemleri
D) Üretim safhası

Cevap: B

38) AISI, ASME, SAE, ASTM standartları ne amaçla kullanılır? Kısaltmaların anlamlarını İngilizce ve Türkçe yazın.

39) Aşağıdaki imalat operasyonu işlemlerinden hangisi yapılırsa malzeme hatası azalır, işlenmesi kolay olur?

A) Sıcak çekme
B) Soğuk çekme
C) Dökme
D) Dövme

Cevap: D

40) Bir tasarımın maliyet hesabında üretim miktarı ve birim fiyat için önemli olan bir noktayı işaretleyin.

A) Kırılma noktası
B) Başabaş noktası
C) Kopma noktası
D) Akma noktası

Cevap: B

41) Gerilme-Gerinme (Deformasyon) eğrisinde, malzemelerin tasarımında emniyetli dayanım için daha uygun olan gerilme değerini seçiniz.

A) Kopma noktası
B) Akma noktası
C) Maksimum gerilme
D) Kırılma noktası

Cevap: B

42) Torna nerede kullanılır?

A) Silindirik kesme işleminde
B) Dikey kesme işleminde
C) Yatay kesme işleminde
D) Çevresel ve dikey kesme işlemlerinde

Cevap: D

43) Freeze nerede kullanılır?

A) Delik delme işleminde
B) Dikey kesme işleminde
C) Yatay kesme işleminde
D) Yatay ve dikey kesme işlemlerinde

Cevap: D

44) SAE1020 malzemenin maksimum çekme gerilmesi 1 birim ise maksimum kayma gerilmesi kaç birimdir ? **Bilgi**: Çelik malzeme için;

S_{UT} = maksimum çekme mukavemeti,
S_{US} = maksimum kayma mukavemeti,
$S_{US} = 0{,}8\ S_{UT}$ yazılabilir.

Not: Maksimum çekme gerilmesini 0.8 ile çarparsanız maksimum kayma gerilmesini bulursunuz. Kitaplarda akma mukavemeti (gerilme) için $\sigma_a = \sigma_b$ veya S sembolleri kullanılabilir.

A) 0,5 **B)** 1 **C)** 0,8 **D)** 1,2

Çözüm:
Çelik malzeme için;
$\sigma_{max} = S_{UT}$ = maksimum çekme mukavemeti
$\tau_{max} = S_{US}$ = maksimum kayma mukavemeti
$S_{US} = 0{,}8\ S_{UT}$

Cevap: C

45) Alüminyum malzemelerde $S_{US} = 0{,}75 \times S_{UT}$ ise; alüminyum 7075 malzemenin maksimum çekme gerilmesi (S_{UT}) 300 MPa ise, maksimum kayma gerilmesini (S_{US}) hesaplayınız.

A) 1000 **B)** 1500 **C)** 2000 **D)** 225

Çözüm:
Alüminyum malzemede;
(Maksimum Kayma Gerilmesi = 0,75 x Maksimum Çekme Gerilmesi)

$S_{US} = 0,75\ S_{UT}$
$S_{US} = 0,75 \times 300 = 225$ MPa
Demek ki alüminyum malzemelerde $\tau_{max} = 0,75\sigma_{max}$ olarak tanımlanıyor.

Cevap: D

46) $\tau_{yield} = S_{US}$ Kayma gerilmelerinde bu semboller kullanılabilir.
$0,577\ \sigma_{yield} = S_{US}$ Maksimum kayma gerilmesi, akma gerilmesinin 0,577 katıdır. Dolayısıyla, $\tau_{yield} = 0,577 \times \sigma_{yield}$ olarak yazılabilir.
Malzemenin akma mukavemeti 1000 MPa ise, kayma akma mukavemeti ne kadardır?
A) 50 MPa **B)** 1000 MPa **C)** 577 MPa **D)** 5770 MPa

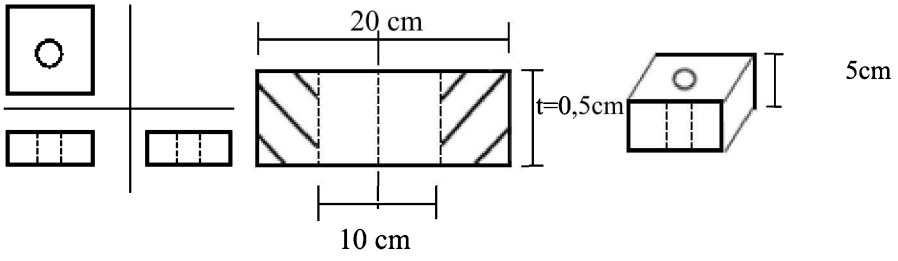
Çözüm:

$\sigma_{yield} = 1000$ MPa
$\tau_{yield} = 1000 \times 0,577 = 577$ MPa

Cevap: C

47) ($\tau_{yield} = 0,577 \times \sigma_{yield}$) ise mukayese hangi gerilmelerin arasında yapılıyor?
A) Kayma akma gerilmesi – çekme akma gerilmesi
B) Basma akma gerilmesi – basma kayma gerilmesi
C) Kayma akma gerilmesi – maksimum akma gerilmesi
D) Çekme akma gerilmesi – basma akma gerilmesi
Cevap: A

48) AISI soğuk çekilmiş 1030 çeliğinden şekildeki kare pul elde edilecektir. Sacın içinden dairesel parçayı elde etmek için uygun eksantrik presi seçin. (Emniyet katsayısı = 2, Maksimum akma gerilmesi, S_{UT}: 441 MPa)



A) 1500 kN **B)** 1384 kN **C)** 2864 kN **D)** 762 kN

Çözüm:

$\sigma_{yield} = 441$ MPa

$$441 \times 10^6 = \frac{P}{\pi.D.t} = \frac{P}{3{,}14 \times 0{,}10 \times 0{,}005}$$

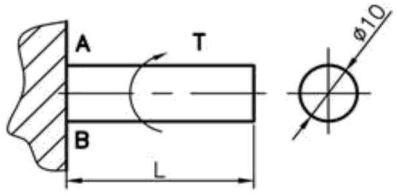
$P = 692370$ N

$= 692$ kN Emniyet katsayısı (N=2) olduğuna göre;

$P_S = 2 \times 692$ kN $= 1384$ kN

Cevap: B

49) Konsol ve kirişlerde atalet momenti önemlidir. T = 100 N.m, D = 10 cm, L = 100 cm ise aşağıdaki ankastre kirişte A noktasına gelen gerilmeyi MPa cinsinden bulunuz.



A) 10 MPa **B)** 0,5 MPa **C)** 300 MPa **D)** 100MPa

Çözüm:

Atalet momenti: $I = \frac{\pi.D^4}{32}$ ve Tork: T = 100 N.m ise;

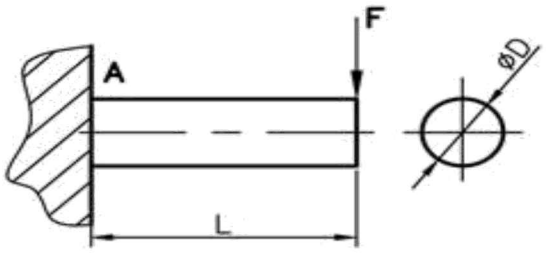
A noktasına gelen maksimum gerilmeyi bulun.

$$\sigma_A = \frac{T.r}{J} = \frac{(N.m).(m)}{m^4} = \frac{N}{m^2}$$

$$= \frac{100 \times 0{,}05}{\frac{\pi.(0{,}1)^4}{32}} = 509554 \frac{N}{m^2} = 0{,}5 \text{ MPa}$$

Cevap: B

50) D = 10 cm. Ankastre kirişin A noktasındaki gerilmesini bulun.



Şekildeki birimler: F = 100 N, r = D/2 = 5 cm, L = 100 cm

$\sigma_{max} = \frac{M_A}{I} + \frac{P}{A}$ formülünü kullanınız.

A) 50 **B)** 0,233 **C)** 150 **D)** 222

Çözüm:

$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{100\ N}{\frac{\pi.(0,1)^2}{4}} = \frac{400}{\pi.(0,1)^2} = 12739\ \frac{N}{m^2} = 0,012\ MPa$ (Kesme)

Momenti bulun;

$M_A = F \times L = 100\ N \times 100\ cm = 100\ N.m$

$\sigma_{max} = \frac{M_A}{I} + \frac{P}{A} = 0,203 + 0,012 = 0,22\ MPa$, $I = \frac{\pi.D^4}{64}$

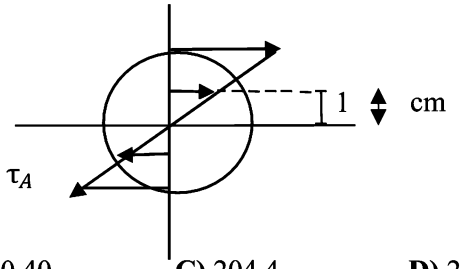
$\frac{M_A}{I} = \frac{10000\ N.cm}{\frac{\pi.(10)^4}{64}} = 20,38\frac{N}{cm^2} = 0,203\ MPa$

Cevap: B

51) Şekildeki nötr eksenden 1 cm mesafedeki gerilmeyi hesaplayınız.

T = 100 N.m

D = 0,1 m



A) 2,04 **B)** 20,40 **C)** 204,4 **D)** 2044

Çözüm:

$$\tau_A = \frac{T \times r}{J} = \frac{100 \times 0{,}01}{\pi.(0{,}1)^4 / 32} = 102000 \text{ Pa}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{x}{102.000}$$

$$x = \frac{102000}{5} = 20.400 \text{ Pa}$$

τ_{1cm} = 20.400 Pa (nötr eksene 1 cm mesafedeki kayma gerilmesi)

Cevap: B

İnce cidarlı tüp imalatına örnekler:

Silindirler için başka bir hesaplama yapılabilir. Silindiri açalım levha olsun. Levhayı iç basınca eşdeğer kuvvetle çekelim.

Silindir yanal alanı = ? (P= 10 atm, D= 100 cm, L= 100 cm)

$A = \pi.D.L = 3{,}14 \times 100 \times 100 \text{ cm} = 31.400 \text{ cm}^2$

Alana etki eden kuvvet = F = ?

$P = F/A$, $10 = F / 3{,}14$

$F = 3{,}14 \times 10^5 \text{ kgf} = 30{,}8 \times 10^5 \text{ N} = 3{,}08 \times 10^6 \text{ N}$

Malzeme mukavemeti σ = 1103 MPa = $\frac{3{,}08 \times 10^6 \text{ N}}{100 \times t}$

t = 2,85 mm

N = 4 ise;

t = 2,85 x 4 = 11,3 mm

52) Yüksekliği 100 cm, silindir şeklinde basınçlı bir yemek kazanı (düdüklü tencere) tasarlayın. Yüksek basınca dayanıklı olsun. Emniyet katsayısı N = 4, dış basınç = 1 atm, iç basınç = 10 atm ve iç çap = 100 cm ise kazanın gerekli et kalınlığını hesaplayınız. σ = 1103 MPa (Malzeme sıcak çekilmiş, paslanmaz, Type 304 çelik)

$\sigma_A = \frac{P_i \times r_i - P_0 \times r_0}{r_0^2 - r_i^2}$ formülünü kullanınız.

L = yükseklik 100 cm

r_0 = dış yarıçap

r_i = iç yarıçap

P_0= 1 atm

P_i = 10 atm

A) 0,01 cm **B)** 0,8 cm **C)** 2,1 cm **D)** 0,3 cm

Çözüm:

$\sigma_{yield} = 1103$ MPa

$N = 4$

$\sigma_{yield} = 1103 / 4 = 275$ MPa $= 2750 \frac{kg}{cm^2}$

$r_0 = 50{,}08$

$r_i = 50{,}00$

$t = 0{,}8$ mm $= 0{,}08$ cm

$\sigma \times (r_0^2 - r_i^2) = P_i \times r_i^2 - P_0 \times r_0^2$

$2750.(r_0^2 - 2500) = 10 \times 2500 - 1 \times r_0^2$

$2750\, r_0 + r_0 = 2750 \times 2500 + 10 \times 2500$

$r_0 = 50{,}8$

$2r_0 = 101{,}6$

$2t = 101{,}6 - 100 = 1{,}6$

$t = 0{,}8$ cm (et kalınlığı)

Cevap: B

53) İnce cidarlı silindirler için genellikle $\sigma_A = \frac{P.r}{2t}$ formülü kullanılır.Basınç 5 atm, $r = 20$ cm, $\sigma_A = 300$ MPa ise $t = ?$

(Ölçüleri mm olarak bulunuz.)

A) 0,33 **B)** 0,033 **C)** 0,66 **D)** 1,6

Çözüm:

$3000 = \frac{5 \times 20}{2 \times t}$

$t = \frac{100}{6000} = 0{,}02$ cm $= 0{,}2$ mm

Açıklama:

$\frac{r}{10} = \frac{20}{10} > t$ ise ; $\frac{20}{10} = 2 > 1{,}6$ mm

İnce cidarlı tüp kabul edilir. Kapalı kaplar için;

$\sigma_A = \frac{P.r}{2t}$ uygulanır.

σ_A birimi $\frac{kgf}{cm^2}$, P birimi $\frac{kgf}{cm^2}$, r birimi cm ise t birimi cm olur.

Cevap: D

Bu problemlerde kuvvet birimi olarak Newton kullanılması uygun olur.

54) İnce cidarlı bir silindirde r = 15 cm, P = 10 atm, N = 3 (Emniyet katsayısı), $\sigma_a = 4200 \frac{kgf}{cm^2}$ olduğuna göre et kalınlığını bulun. t = ?

A) 0,17 cm **B)** 0,034 cm **C)** 0,051 cm **D)** 0,068 cm

Çözüm:

$\sigma_a = P \cdot \frac{r}{2t} = \frac{10 \times 15}{2 \times t}$

$\frac{r}{10} = \frac{15}{10} = 1,5 > t$ diyelim. İnce cidarlı kabul edelim.

$4200 = \frac{10 \times 15}{2 \times t}$

$t = \frac{150}{2 \times 4200} = 0,017$ cm

N = 3 ise ; $t_N = N \times t = 3 \times 0,017 = 0,051$ cm

Kazan, tencere gibi ürünlerin imalatında N = 10 olmalıdır.

Cevap: C

55) Koniklik $\tan\frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2L}$ olarak bilinir. D = 100 cm, d = 50 cm, L = 50 cm olan bir koniğin konik açısı (α) kaç derecedir ?

A) 13,2° **B)** 26,5° **C)** 53° **D)** 78,5°

Çözüm:

$\tan\frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2L} = \frac{100-50}{2 \times 50} = \frac{1}{2}$

$\tan\frac{\alpha}{2} = 0,5$

$\alpha = 53°$

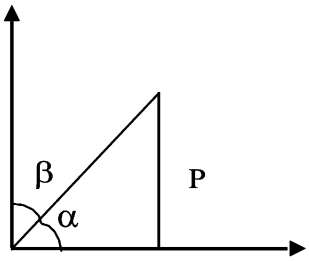
Cevap: C

56) Spiral dişli mekanizmalı bir krikoda helis hatvesi P, kriko dişli çapı D = 10 cm'dir. Helis hatve açısı α = 20° ise hatveyi (P) bulunuz.

($\tan\alpha = \frac{P}{\pi.D}$ formülünü kullanınız.)

A) 11,42 cm **B)** 314 cm **C)** 3,14 cm **D)** 0,314 cm

Çözüm:



$\tan 20^o = 0{,}36$

$\tan \alpha = \frac{P}{\pi.D}$

$\tan 20^o = \frac{P}{3{,}14 \times 10\ cm}$

$P = 11{,}42\ cm$

P: helis hatvesi

α: hatve açısı

β: helis açısı olarak bilinir.

Cevap: A

57) Bir krikoda dişlinin hatvesi = tanα.π.D olarak bilinir. Hatve açısı α = 45° ise helis açısı (β) kaç derecedir ?

A) 30° **B)** 45° **C)** 60° **D)** 90°

Çözüm:

$\alpha + \beta = 90^o$

$\alpha = 45^o$ ise $\beta = 45^o$ olur.

$\tan \alpha = \frac{P}{\pi.D}$

$\tan \beta = \frac{\pi.D}{P}$

Cevap: B

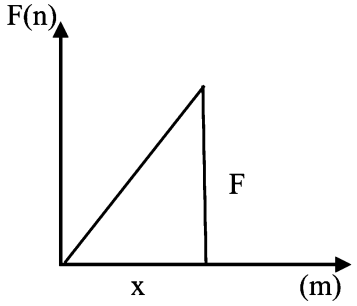
58) F = kuvvet, S = yol, k = yay sabiti ise; etki eden kuvvet ile yay sabiti arasında k = F / x ve E(enerji) $= \frac{1}{2}$F.x bağıntıları geçerlidir. k, F ve E arasında doğru bağıntı **aşağıdakilerden hangisidir?**.

A) $F = \sqrt{2.E.k}$ **B)** F = k/x **C)** F = E.x **D)** $F = \frac{1}{2}.E.k$

Çözüm:

k: yay sabiti, F kuvvet, E ise iş olsun.

Not: Şekildeki doğrunun altında kalan üçgen alan yapılan işe eşittir.



$$\tan \alpha = k = \frac{F}{x}$$

$$E = \frac{1}{2} . F . x$$

$$E = \frac{F}{k} F(\frac{1}{2})$$

$$= \frac{F^2}{k} \frac{1}{2}$$

Cevap: A

59) Dişlilerde N = diş sayısı, D = çap, P_d = çaptaki hatve, P_c = çevresel hatve ise P_c x P_d = ?

A) 1 **B)** π **C)** 2 **D)** 5

Çözüm:

$P_d = \frac{N}{D}$ ve $P_c = \frac{\pi.D}{N}$

$P_c \text{ x } P_d = \frac{\pi.D}{N} \text{ x } \frac{N}{D}$

$P_c \text{ x } P_d = \pi$

Cevap: B

60) Bir yay sisteminde malzemeyi uzattığımızda yapıla iş 100.000 kgf.m ise, bu işi yapan kuvvet 200.000 kgf ise yayın ne kadar uzadığını bulunuz.

A) 0,1 m **B)** 0,2 m **C)** 0,5 m **D)**1 m

Çözüm:

$E = \frac{1}{2} F . x$

$100000 \text{ kgf.m} = \frac{1}{2} 200000 \text{ kgf} . \ x = 1 \text{ m}$

Cevap: D

61) Malzemeye etki eden gerilme çatlak geometrisine göre çatlak uçlarında artar. Bu da malzemede yırtılmaya sebep olur. Örnek: Malzeme içinde elips şeklinde bir çatlak vardır. Çatlak ölçüleri şekilde verilmiştir. (a=1,5 cm, c=1 cm) Gerilme konsantrasyon faktörünü bulun.

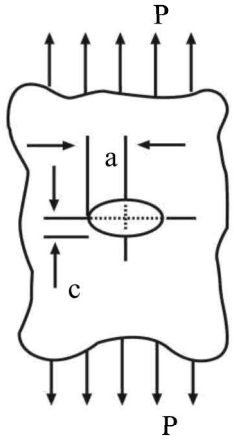
$K_t = 1 + 2\ \frac{a}{c}$ formülünü kullanın.

A) 0 **B)** 1 **C)** 2 **D)** 4

Çözüm:

Malzemeye etki eden gerilme çatlak geometrisine göre çatlak uçlarından artar. Gerilme K defa artmış olacaktır. Bu da malzemede yırtılmaya sebep olur.

Örnek:



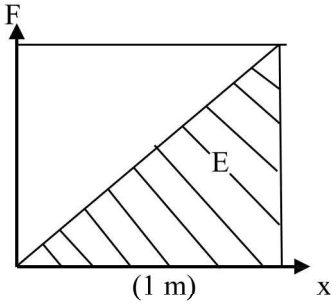
$$K_t = 1 + 2\ \frac{a}{c}$$

$$K_t = 1 + 2\ \frac{1,5}{1}$$

$$K_t = 1 + 3 = 4$$

Cevap: D

62) Bir yay sisteminde; 1 metrede 100.000 kgf.m'lik bir iş yapmak için kaç kgf kuvvet kullanılır ?



A) 10^3 **B)** 10^5 **C)** 2×10^5 **D)** 6×10^5

Çözüm:

$E = \frac{1}{2} . F . x$

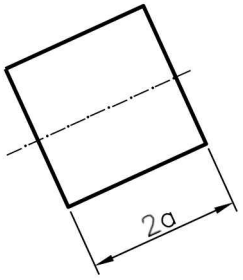
$E = 100000 \text{ kgf.m} = \frac{1}{2} . F . 1m$

$E = 200000 \text{ kgf}$

Cevep: C

Dairesel Olmayan Kesitlerin Burkulması Hakkında Bilgi Notu:

Dairesel olmayan geometrilerin burkulması için tasarım hesabı aşağıdadır. Kayma gerilmesi $\tau_{max} = \frac{T}{Q}$ ile verilir. Q kesit geometrisidir. Açısal sehim $\Theta = \frac{T.L}{KG}$' dir. K kesit geometrisidir. Dairesel kesitte burkulma açısı formülündeki ($\Theta = \frac{T.L}{JG}$) J yerine K kullanalım. $\Theta = \frac{T.L}{KG}$ olur. Bir kenarı 2a olan kare malzeme burkuluyor. K ve Q verilmiştir.



63) T = 100 kgf.m = 981 N.m

G (Rijitlik modülü) = 8.10^{10} Pa = $80.10^9 \frac{N}{m^2}$

E = 10 GPa (Elastik modül)

2a = 0,05m olarak veriliyor.

$\sigma_{max} = \frac{T}{Q}$ Burkulma maksimum gerilmesini hesaplayınız.

L = malzeme boyu = 1m

Çözüm:

Not:

a) Açısal sehimi (Θ) bulmak için K (kesit geometrisi) gerekir. Malzeme geormetrisi ve burkulma faktörü (kare malzemeler için) Burkulma açısı (açısal sehimde) için gerekli olan kesit geometrisi (K).

Kare kesitli kütüklerde $K = 2,25 . a^4$ formülü ile bulunur.

$K = 2{,}25 \cdot a^4 = 2{,}25 \cdot (0{,}05)^4$

$K = 6 \times 10^{-6}$

$\Theta = \frac{T.L}{K.G} = \frac{100 \times 9{,}81N \times 1m}{6.10^4 \times 80.10^9 \frac{N}{m^2}} = 0{,}02$ Radyan $= 0{,}11^\circ$

Θ: Burkulma açısı

Kare kesitler için kesit geometrisi (Q)

$Q = \frac{a^3}{0{,}6}$ formülü ile bulunur

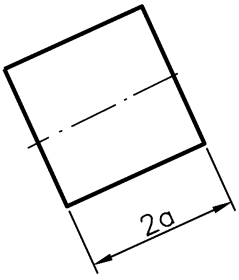
$Q = \frac{a^3}{0{,}6} = \frac{(0{,}05)^3}{0{,}6} = 0{,}2 \times 10^3$

b) Burkulma maksimum gerilmesini bulmak için Q kesit geometrisi gerekir.

$Q = 0{,}2 \times 10^{-3}\ m^3$

$\sigma_{max} = \frac{T}{Q} = \frac{100}{0{,}2x10^{-3}} = 500.000\ \frac{kgf}{m^2} = 50 \frac{kgf}{cm^2}$

64) Aşağıdaki şekile göre malzeme burkuluyor. T = 100 kgf.m , L = 100 cm , burkulma faktörü K = 6 x 10^{-6} m^4 olarak hesaplanmıştır. Malzemenin kayma modülü ($8E^{10}$) 80 GPa olarak biliniyor. Burkulma açısını radyan olarak hesaplayınız.



Çözüm:

$\Theta = \frac{T.L}{K.G}$ (Burkulma açısı) $\Theta = \frac{(100x9{,}81N.m).1m}{6x10^{-6}m^4 \times 80 \times 10^{9\,Pa}} = 0{,}02$ rad

T: Tork

L: Malzeme boyu

K: Burkulma faktörü

G: Rijitlik modülü

65) 8E10 ne demektir?

A) 0,8 Milyon
B) 8 Milyon
C) 80 Milyar
D) 800 Milyar

Çözüm:

$8E10 = 8 \times 10^{10}$

$= 80 \times 10^{9}$

Cevap: C

66) 1E10 ne demektir ?

A) 1 Milyar
B) 10 Milyar
C) 10 Milyon
D) 1000 Milyon

Çözüm:

$1 \times 10^{10} = 10 \times 10^{9} = 10$ Milyar

Cevap: B

67) 8×10^{10} Pa ne demektir?

A) 0,8 Milyon
B) 8 Milyon
C) 80 Milyar
D) 800 Milyar

Çözüm:

8×10^{10} Pa = 80 Milyar Pa

Cevap: C

68) Tan 45 = ?

69) Malzeme SAE 1020. G = 80 GPa, Borunun boyu 100 cm, etki eden moment T = 1000 kgf.m, K = 3 olan bir sistemde burkulma açısını bulunuz.

$\Theta = \frac{T.L}{K.G}$ Burkulma açısı formülü

Çözüm:

$\Theta = \frac{T.L}{K.G}$ $\Theta = \frac{(1000\ kgf.m) \times 1m}{3m^4 \times 80 \times 10^9\ Pa}$ $\Theta = \frac{1000 \times 9{,}81\ N \times m^2}{3m^4 \times 80 \times 10^9\ N/m^2}$

$\Theta = 0{,}4 \times 10^{-9}$ radyan

4.19 Motorlarda ve Araçlarda Mil Çapı Hesabı Formülü

$$D = \sqrt[3]{\frac{16\ T}{\pi.\tau}}$$

τ : Millerde Kayma Gerilmesi

T: Döndürme Momenti

4.20 Milin Taşıdığı Tork Nedir ?

$$\text{Tork: } \tau = \frac{T \times \frac{D}{2}}{\frac{\pi.D^4}{32}} = \frac{T \times 32}{2 \times \pi \times D^3} = \frac{16\ T}{\pi.D^3}$$

$$\text{Çap: } D = \sqrt[3]{\frac{16\ T}{\pi.\tau}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{16.850}{\pi.3450.0{,}577}} = 2{,}8\ cm$$

1,51 kW güç elde ediliyor. Mil dönüş sayısı dakikada 1000 olsun.

N = 1.51 kW = T (N.m) x 2 x π x 1000 rpm ise T = 146 kg.cm

T = 71620 hp/n sonuçlarını karşılaştırınız.

Bu milin 146 kg.cm'lik torku taşıması için (n) devri ne olmalıdır ?

$$T\ (kg.cm) = \frac{71620\ hp}{n}$$

$$146\ kg.cm = \frac{71620\ .\ (1.5\ kW \times 3{,}14)}{n}$$

$$n = 1000\ \frac{devir}{dakika}$$

Millerde Taşınan Güç = T (N.m) x (2 x π x f)

$$= T\ (N.m) \times 2 \times 3.14 \times \frac{n\ (devir\ sayısı)}{60\ sn} = Watt$$

Açıklama :

π Radyan = 3.14 Radyan

Dakikadaki Devir Sayısı (rpm) = n = 500, 1000 gibi sayıdır.

Mesela $n = 1000\ \frac{devir}{dakika} = \frac{1000\ devir\ sayısı}{60\ sn}$ frekans olur.

Açısal hız $\omega = 2.\pi.n/dak$

$N = 1000$ rpm ise, $\omega = 2.\pi.n = \frac{2.(3.14).1000}{60\ sn}$ olur.

Açısal hız birimi 1/sn veya 1radyan/sn 'dir.

Bu konuda $\omega = 2.\pi.f$ veya $\omega = 2.\pi.n$ veya $\omega = \frac{2\pi}{T}$ kullanılır. f saniyedeki devir, n dakikadaki devir sayısı, T ise periyot olarak bilinir.

70) Basınçlı kaplarda $\sigma = \frac{P.r.N}{2t}$ kullanılır. Birimleri psi ve inç yapınız.

σ = malzeme mukavemeti (psi),
P = iç basınç (psi),
r = D/2 = iç yarı çap (inç),
N = emniyet katsayısı,
t = et kalınlığı (inç)

$$\sigma = 179\ MPa = 1790\ \frac{kgf}{cm^2} = 25955\ psi$$

$$P = 5\ MPa = 50\ \frac{kgf}{cm^2} = 725\ psi$$

$D = 50\ cm \cong 20\ inch$, $r \cong 10\ inch$

$N = 3$,

$$\sigma = \frac{P.r.N}{2t}\ ,\quad t = \frac{725 \times 10 \times 3}{2{,}25955}\ ,\quad t = 0{,}4\ inch$$

ALIŞTIRMALAR

Bu soruları çözebilenler teknik bilimlerde yeterli teknik alt yapıya sahip kabul edilebilirler. Bu soruların cevaplarını kitaptan kendiniz araştırınız. Bunları bilenler teknik alanda çalışırken kendilerini emin hissederler. Bu konularda bilgili teknik personele daha çok güvenilir.

1. Bir psi kaç atmosfer eder?
2. Bir atmosfer basıncı kaç Pascal eder?
3. Bir grafikte bir doğru çizin ve tan45 dereceyi gösterin.
4. "sin45 / cos45 = tan45" ise değeri 1 olan kaç açı vardır?
5. Bir kilogram kaç libre eder?
6. Bir Newton kaç kgf eder?
7. 1 kgf / m^2, kaç kgf / cm^2 eder?
8. Bir kgf kaç Newton eder?
9. 1 kgf / cm^2, kaç kgf / m^2 eder?
10. Vektörlerin çarpımında **A** x **B** = **C** ne demektir?
11. **A** = 2i, **B**= 2**i** + 3**j** **ise A X B = C** olduğunu gösteriniz.
12. 1000 x Newton x m = 1000 x Joule ise bunun kalori eşiti nedir?
13. Vektörler çarpımında **A . B** ne demektir? **A** = 2**i** ve **B** = 3**i** + 3**j** ise **A . B** değerini bulunuz.
14. 1 GPa = 10^n Pascal ise n değerini bulunuz.
15. 1 hp = 75 kgf x m ise, 10 kW kaç hp eder?
16. 1 kW = ne kadar kalori / saniye eder?
17. 1 MPa = 10^n Pascal ise n = ?
18. Çapı 1 metre olan daire yayı üzerinde, 1 saniyede 180 derece yer değiştiren 10 kg kütleli bir cismi hareket ettirecek uygun elektrik motorunu seçiniz.
19. Çapı 1 metre olan daire yayı üzerinde, kütlesi 10 kg olan bir cismi 1 saniyede 90 derece yer değiştirebilecek elektrik motorunu seçiniz.
20. Bir dik ikizkenar üçgende bir açı 90 derece ise diğer iki açı 45'er derecedir. Hipotenüs 5 cm ise diğer kenarları bulunuz. Cos45 = 0.707
21. Bir dik üçgenin hipotenüsü 5 cm, bir kenarı 4 cm ise bu kenarın karşısındaki açı kaç derecedir?
22. Bir eşkenar üçgenin bir kenarı 5 cm ise bu kenarın karşısındaki açı kaç derecedir ?
23. Bir dik üçgenin hipotenüsü 5 cm, diğer kenarı 3 cm ise bu kenarın karşısındaki açı kaç derecedir?

24. Bir üçgende a = 4 cm, b = 3 cm ve bu kenarlar arasındaki açı 60 derecedir. Üçüncü kenar c' nin uzunluğunu bulun. Not: cos 60 = Sin30 = 0.5

25. Bir üçgenin kenarları a = 5 cm, b = 6 cm ve bu kenarlar arasındaki açı 60 derece ise üçgende üçüncü kenar c' nin uzunluğunu bulunuz.

26. $\mathbf{A} = \mathbf{i} + 5\mathbf{j} + 5\mathbf{k}$ vektörünü çiziniz.

27. $\mathbf{B} = 5\mathbf{i} + 5\mathbf{j} - 5\mathbf{k}$ vektörünü çiziniz.

28. Aracın volanında 100 hp (BG) iletiliyor. Volan n = 100 devir/dakika dönüyor. Volanın yarı çapı r = 20 cm' dir. Volandaki torku hesaplayınız.
Tork = Moment (kg x cm) = 71620 hp / n formülünü kullanınız.

29. Aracın krank milinden 10 hp (BG) volana geçiyor. Volan 1000 devir / dakikada dönüyor. Volanın yarıçapı r = 20 cm olsun. Volandaki torku hesaplayınız.
Tork = Moment (kg x cm) = 71620 hp / n formülünü kullanınız.

30. AISI 1040 soğuk çekme bir mil eksenel çekme deneyine tabi tutuluyor. Malzemenin akma sınırı 490 MPa ise 10 ton yük taşıyabilmesi için malzemenin çapı kaç cm olmalıdır?

31. Malzemesi SAE 1020 sıcak çekme bir mil çekme deneyine tabi tutuluyor. Malzemenin akma sınırı 207 MPa ise 1 ton yük taşıyabilmesi için malzemenin asgari (en az) çapı kaç cm olmalıdır?

32. AISI 4140 sertleştirilmiş ve 400 fahrenhayt derecede temperlenmiş (Q&T) bir milin yarıçapı r = 2,54 cm olup, maksimum çekme gerilmesi 1772 MPa olarak verilmiştir. Milin kayma gerilmesini ve maksimum taşıyabileceği torku hesaplayınız.

33. AISI 4140 sertleştirilmiş ve 400 fahrenhayt derede temperlenmiş (Q&T) bir milin yarıçapı r = 2,54 cm olup, maksimum çekme gerilmesi 1772 MPa olarak verilmiştir. Önce milin kayma gerilmesini bulunuz. 400 kg.m tork taşıyabilmesi için gereken mil çapını hesaplayınız. Emniyet katsayısını N=2 alınız.

34. Bir CNG tüpü tasarlayalım. İç basınç P = 10 MPa, malzeme AISI 1010, sıcak çekilmiş, akma gerilmesi 26 kpsi, çap D = 40 cm, boy L = 100 cm olsun. Malzenenin et kalınlığı, t = ? (Emniyet katsayısı N = 2 alın.)

35. Bir LPG tüpü tasarlayalım. İç basınç P = 5 MPa, malzeme AISI 1010, sıcak çekilmiş, akma gerilmesi 179 MPa, çap D = 50 cm, boy L = 100 cm olsun. Malzenenin et kalınlığı, t = ? (Emniyet katsayısı N = 3 alın.)

ÖYKÜ

Bu kitabın elektronik yazılımını son bir kaç yıldır öğrencilerime gönderirim. Her hafta bir konuyu onlara iletirim. Derse gelmeden isteyen çalışsın isterim. Bu işlemler amme menfaatine ve öğrenci yararına yapılan işlerdir. Bu hafta imtihan haftasıydı. Bir öğrencim bana mail atmış ve soruyor: "Sayın Hocam kitabınızı aldım, nerelerden soracaksınız?" diyor. Redaksiyon yaparken bakıyorum ve "kitabın 101,102 ve103. sayfalarındaki sorular ne kadar güzel hazırlanmış!" diye değerlendiriyorum. Bunları genç, değerli öğretim elemanlarının bilgisine de sunarım. Öğrencime ne cevap verebilirdim ki! Anlayışına bıraktım. Sanırım "Kitaptan soracağım" demişimdir. Okurlara selam ve takdirlerimi sunarım. 25.01.2015, Sarıyer / İSTANBUL

V. BÖLÜM
MALZEME BİLİMİ

Bölüm Yazarı: Prof. Dr. M. Oktay ALNIAK

5.1 Malzeme Bilimi ve Malzeme Seçimi

Malzeme bilimi makine ve mekatronik ile tasarım konularının ayrılmaz bir parçasıdır. Malzeme bilgisi her yerde gereklidir. İleri teknoloji uygulamaları için yeni malzemeler gerekmektedir. Para, makine, iş gücü ekonomik olarak kullanılmalıdır.

Teknolojinin gelişebilmesi için malzeme alanında önemli gelişmeler sağlanmalıdır. Bu bölümde malzeme bilgilerinin özet olarak verilmesi faydalı görülmüştür

5.2 Formüller

Malzemenin yüksek sıcaklık davranışlarına ait formülasyon aşağıdadır.

- **Gerilme ve deformasyon hızı arasındaki bağıntı**

$$\tan\alpha = \frac{\log\sigma_2 - \log\sigma_1}{\log\dot{\varepsilon}_2 - \log\dot{\varepsilon}_1}$$

Bu oran deformasyon hız hassasiyeti olarak tanımlanır.

- **Ergime Sıcaklığı ve Kristalizasyon Sıcaklığı Arasındaki Bağıntı**

0,4 x T_e (ergime Sıcaklığı) = T_k (Kristalizasyon Sıcaklığı)

- **Piston hızı ve mühendislik deformasyon hızı arasındaki bağıntı**

$$\dot{e} = \frac{1}{L_0} \cdot V$$

Mühendislik Deformasyon Hızı = Piston Hızı (cm/sn) / İlk boy

MALZEME BİLİMİ SORU VE CEVAPLARI

Hazırlayanlar:

Prof. Dr. M. Oktay ALNIAK

Merve SABAY

Mahmut UYSAL

Serhat GÜMÜŞ

Sevilay ŞAHİN

Ela ÇAĞLAR

Yağız ÖZEREN

İdris GÜRKAN

Not:

Bu çalışma Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü'ndeki öğrencilerimle hazırlanmıştır. Bu çalışmaya katkı sağlayanların isimlerini burada görmek beni mutlu ediyor. Hep beraber verdiğimiz emeği değerlendiriyoruz. Sorularıma verilen doğru cevaplar bir işe yarayacaktır.

Açıklama:

2005-2010 yılları arasında GYTE'de vermiş olduğum "Malzemelerin Yüksek Sıcaklık Davranışı" isimli dersin konu ve kapsamını sanayi uygulamaları için faydalı bulurum. Bu dersin amacı sıcaklığın malzemeye etkilerini incelemektir. Bu çalışma sürecinde, malzeme bilimi konusunda faydalı çalışmalar yapıldı. Bu dersi Gebze'de üç saat vermek için 100 km yolu İstanbul trafiğinde gider, 100 km de gelirdim. Saat ücretimiz 10 TL idi! Bir ara 17 TL oldu. Bu konuda bir de sözleşme imzalardık. Böylece, her şey resmi olurdu. Zaten bulunduğumuz üniversiteden resmi izinli olarak bu göreve giderdik. Anlayacağınız merakınız yoksa olmaz!

"Malzemenin Yüksek Sıcaklık Davranışları" dersinin programı yapıldı ve ilk yıl dört öğrenci ile derse başladık. Sonradan hem güz, hem de bahar döneminde yirmişer kişilik sınıflar oluştu ve okulda bu dersi herkes seçmeye başladı. Bu çalışmalarımız kapsamında 200 sayfalık taslak bir kitap çalışması ortaya çıktı. Elimizdeki bu işlerden sonra vakit kalırsa söz konusu çalışmalar bir kitap olarak okuyucunun dikkatine sunulabilir. Hazırlamış olduğumuz taslak kitaptaki süper alaşımlar konusu faydalı bir konudur. Kanada'da NRC'de uçak türbinleri için kullanılan toz metalürjisi malzemelerinden Rene 95 üzerinde araştırmalar yapmıştım. Sıcaklık, malzemenin davranışlarını ve özelliklerini değiştirir. Bu çalışmanın sorularını hazırladım, GYTE'de öğrencilerim tarafından ödev olarak cevaplandırıldı. Malzemenin yüksek sıcaklık davranışı soruları, 2010-2011 güz yarıyılında hazırlanmıştı. Bu talebelerim şimdi malzeme mühendisi veya elektrik mühendisi olarak ekonomiye katkı sağlıyorlar. Burada adı geçen arkadaşlarımızı takdir ederim. Kısmi görevli öğretim üyesi olarak hizmet verdiğim GYTE'de değerli öğrencilerimiz oldu. Hepsine başarı dileklerimi ve takdirlerimi
sunarım.
Bu bölüm öğrencilerimizle yaptığımız güzel bir çalışmadır. Çalışmanın derleyenlerini tebrik ederim. Öğrencilerimden Mahmut Uysal bu çalışmayı tanzim etti. Emeğine teşekkür ederim.

M. Oktay ALNIAK 29.08.2012 Beşiktaş / İSTANBUL

5.3 Isıl İşlemler (Özet)

a. Yumuşatma tavı: $T_K + (40 \sim 60)$ °C veya A_3, $A_{cm} + (30 \sim 50)$ °C dir. Sertleştirme ile yaklaşık aynıdır. Yumuşatma tavı 10 °C daha yüksek sıcaklıkta olabilir. Soğutmaları farklıdır. Normalizasyon uzun sürede havada soğutma ile yapılır.
b. Su verme: 850 – 1000 °C lerde A_3 ve A_1 çizgilerinin 30 – 50 °C üzerinde yapılır. Su, yağ veya havada hızlı soğutma yapılır.
c. Gerilim giderme: 550 – 650 °C arasında 1-2 saat ısıtma ve sonra havada soğutma işlemidir. Döküm ve kaynak sonunda yapılır.
ç. Menevileşme: Su verilmiş çeliklerin yumuşatılması amacıyla 200 – 600 °C arasında ısıtmak ve havada kendi halinde soğutmak suretiye yapılır. Malzemenin kırılganlığını önlemek amacıyla yapılır.

5.4 Malzeme Bilimi Soruları ve Cevapları

1) Bir tencere problemi tasarlayalım. 30 cm çap ve 30 cm yüksekliği olan düdüklü tencere içinde 20 atmosfer basınç var ise, minimum saç et kalınlığını bulunuz. Malzeme paslanmaz çelik, soğuk çekilmiştir. Type 301, $\sigma = 11.000$ kgf/cm^2)

Hazırlayan: M.Oktay Alnıak

$$\sigma = \frac{P \times r}{2 \times t}$$ (İnce cidarlı tüplerde gerilme)

2 x t x Akma Gerilmesi = İç Basınç x İç Yarıçap
2 x t cm x 11.000 kgf/cm^2 = 20 kgf / cm^2 x 15 cm
t = 0,01 cm

2) Sertlik nedir, sertlik ölçme yöntemleri nelerdir?
Hazırlayan: 06101418 Mahmut Uysal
Sertlik malzemenin bölgesel deformasyona karşı direncinin ölçüsüdür. Sertlik ölçme yöntemleri; Brinell, Rockwell, Vickers ve Knoop.

3) Çelikleri paslanmaz yapabilmek için içerisine en az % kaç nikel eklenmelidir?
Hazırlayan: 06101418 Mahmut Uysal
%11 nikel.

4) Dökme demirinin tanımını yapınız. Türlerini yazınız.
Hazırlayan: 06101418 Mahmut Uysal
Dökme demirler, % 2.0' nin üzerinde karbon içeren demir alaşımlarıdır. Türleri: Gri Dökme Demir, Sünek (veya Nodüler) Dökme Demir, Beyaz Dökme ve Temper (Malleable) Demir.

5) Süper alaşımlar genellikle hangi alanlarda kullanılırlar?
Hazırlayan: 06101418 Mahmut Uysal
Süper alaşımların çoğu uçak türbin parçalarında, nükleer reaktörlerde, tıp alanında ve petrokimya tesislerinde kullanılmaktadır.

6) Kaç çeşit polimer vardır? Sınıflarına ayırınız.
Hazırlayan: 06101418 Mahmut Uysal
Polimerler genel olarak üç sınıfa ayrılabilirler. Bunlar; termosetler, termoplastikler ve elastomerler (kauçuklar) şeklindedir.

7) Süper iletkenin tanımını yapınız.
Hazırlayan: 06101418 Mahmut Uysal
Belli bir sıcaklığın altında elektrik direnci 0 olan malzemelerdir.

8) Metallerin sertlik ve mukavemet kabiliyetlerinin kontrolü için hangi metodlar uygulanabilir?
Hazırlayan: 06101418 Mahmut Uysal
Metallerin sertlik ve mukavemet kabiliyetlerinin kontrolü için alaşım yapmak, deformasyon ve ısıl işlem metotları kullanılır.

9) En yaygın metaller nelerdir?
Hazırlayan: 06101418 Mahmut Uysal
En yaygın metaller; demir, alüminyum, magnezyum, bakır, çinko, nikel ve kurşundur.

10) Pirinç hangi elementlerden oluşur?
Hazırlayan: 06101414 Merve Sabay
Pirinç, bakır ve çinkodan oluşur.

11) Lehim hangi elementlerden oluşur ve nasıl elektriksel özellik gösterir?
Hazırlayan: 06101414 Merve Sabay
Lehim, kurşun ve kalaydan oluşur. İletken özellik gösterir.

12) Metallerin özellikleri nelerdir?
Hazırlayan: 06101414 Merve Sabay
Metaller, inceltilebilir, sünek, iletken, parlak, mukavim, kırılgan, yüksek ergime ve kaynama sıcaklığına sahip ve çözünebilirlik özelliklerine sahiptirler.

13) Metallerin yüksek elektrik özelliğinin sebebi nedir?
Hazırlayan: 06101414 Merve Sabay
Metaller elektron hareketi sebebiyle iletkendir.

14) Metal cevherinin sınıfları nelerdir?
Hazırlayan: 06101414 Merve Sabay
Basit cevherler, oksit cevherleri, sülfür cevherleri, karbonat cevherleri, halojenür cevherleri, sülfat cevherleri ve silikatlardır.

15) Çeliğin özellikleri nelerdir?

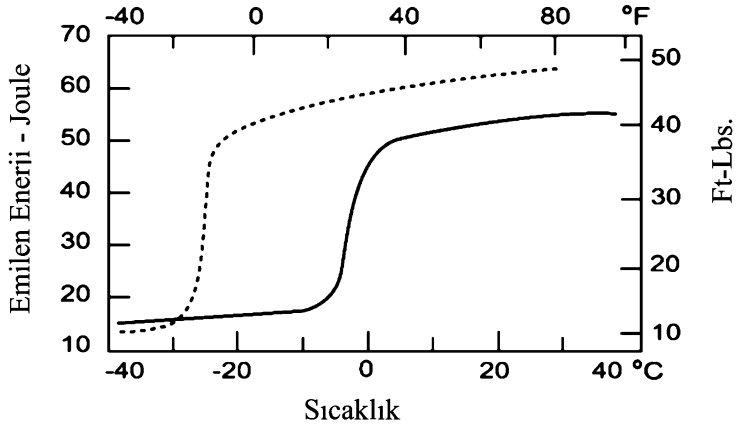
Hazırlayan: 06101414 Merve Sabay

Çelik elektrik iletkenliği yüksek, parlak, mukavemeti yüksek, sünek, dövülebilir, ergime sıcaklığı ve yoğunluğu yüksektir.

16) Sıcaklık artışının malzemede mukavemet, sertlik ve esneklik üzerindeki etkilerini açıklayınız.

Hazırlayan: 06101414 Merve Sabay

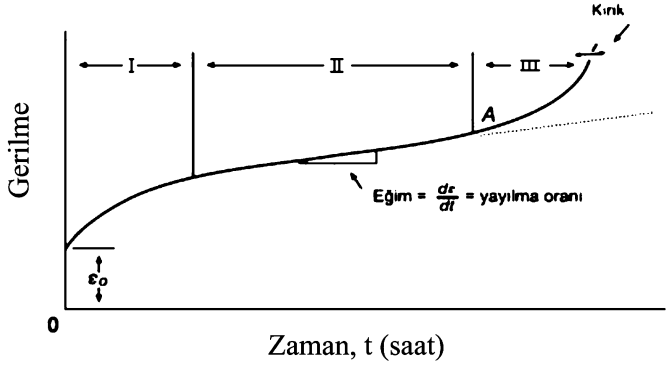
Sıcaklık artışı malzemenin mukavemet ve sertliğini düşürür, esnekliğini arttırır.



17) Yukarıda charpy testi uygulanmış iki demirin karbon oranları farklıdır. Malzemelerin karbon oranlarını ve mukavemet değerlerini karşılaştırınız.

Hazırlayan: 06101414 Merve Sabay

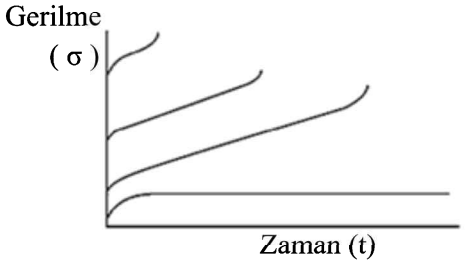
Kesikli çizgi ile belirtilen karbon oranı daha düşüktür bu nedenle daha gevrek-sünek geçiş noktası daha düşük bir değerdedir, (-26 °C). Diğer devamlı çizgi ile gösterilen çeliğin karbon oranı daha yüksektir, (-4 C°).



18) Önceki sayfada sürünme hızı grafiği verilmiştir. Grafikte ikinci bölgedeki sürünme hızı sabittir, bunun nedenini açıklayınız.

Hazırlayan: 06101414 Merve Sabay

İkinci bölgede sürünme gerinim hızının zamana bağlı olarak artış oranı sabit kalmaktadır. İkinci bölgede çalışma sertleşmesi nedeni ile artan dislokasyon hareketliliği neticesi olarak dislokasyon ağları ve yığılmaları rahatlama mekanizmaları olarak da adlandırılabilecek dislokasyon tırmanması ve dislokasyon kayması ile dengelenir ve bu nedenle gerinim artış oranı sabit kalır. Malzemenin deformasyonu dengelenir.



19) Yukarıdaki grafiği yorumlayınız.

Hazırlayan: 07101414 Ufuk Şahin

Sıcak deformasyonda: Yüksek sıcaklıklarda gerilme düşük ve deformasyon hızı yavaş olur. Soğuk deformasyonda yüksek gerilmeler olur.

Sürünme (creep) olayında: Büyük yükler altında yapılan testler daha yüksek sürünme hızına ve daha kısa kopma zamanına sebep olur.

20) Manyetik etki açısından malzemeleri sınıflandırınız.

Hazırlayan: 07101414 Ufuk Şahin

Diamanyetik, paramanyetik, ferromanyetik, ferrimanyetik davranış olarak sınıflanır.

21) Mekanik davranış nelere bağlıdır?

Hazırlayan: 07101414 Ufuk Şahin

Mekanik davranış kafes yapısına, atom içi güçlere, komşu düzlemler arası mesafeye, çeşitli düzlemlerdeki atom yoğunluğuna bağlıdır.

22) Plastik deformasyonu açıklayınız.

Hazırlayan: 06101428 Serhat Gümüş

Uygulanan yük miktarı arttığında bozulma artar ve öyle bir noktaya ulaşır ki atomlar ya çatlak oluşturmak için bağlarını kırar ya da uygulanan yükü azaltmak için birbiri üzerinde kayar.

23) Plastik deformasyon hareketi hangi yöndedir?

Hazırlayan: 07101414 Ufuk Şahin

Plastik deformasyon en yüksek atomik yoğunluk ve en büyük ayrılmaya sahip düzlemler boyunca meydana gelmeye eğilimlidir. Malzeme kristalleri haddeleme doğrultusunda uzarlar.

24) Yeniden kristalleşme sıcaklığı ne kadar olmalıdır?

Hazırlayan: 07101414 Ufuk Şahin

Yeniden kristalleşme sıcaklığı ergime sıcaklığının 0,4 katı kadar olmalıdır.

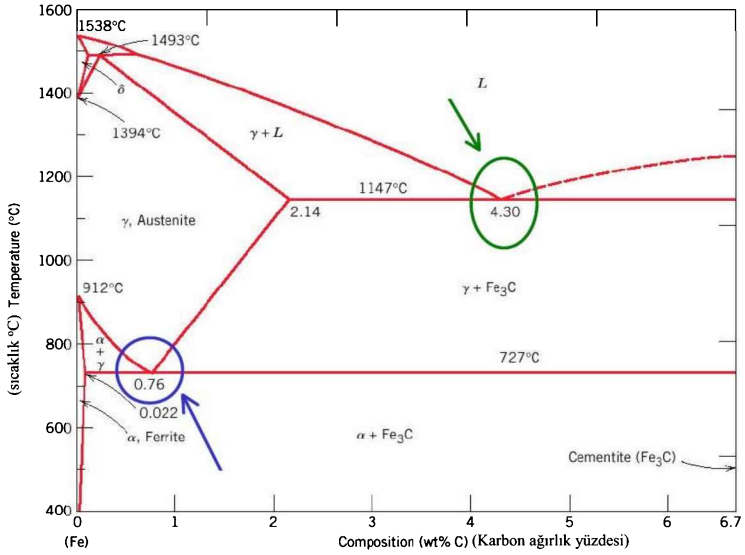
25) Yeniden kristalleşmede deformasyon miktarıyla yeniden kristalleşme sıcaklığı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Hazırlayan: 06101428 Serhat Gümüş

Yeniden kristalleşmede, deformasyon miktarı arttıkça biriken enerji artar ve yeniden kristalleşme sıcaklığı düşer.

26) A-4 kâğıdı üzerinde; farazi olarak Ötektoid noktasına pergeli koyun ve 4 cm çapında bir daire çizin. Daire üzerinde; 0, $\pi/2$, π, 3 $\pi/2$, π-30 ve π+30 noktalarındaki çeliklerin yapısını rumuzlarıyla ve isim olarak yazın.

Hazırlayan: 06101428 Serhat Gümüş



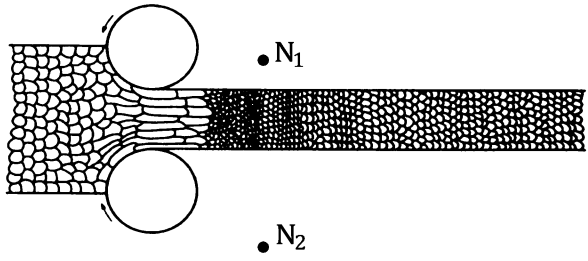
"0" noktası: Tam ötektoid nokta

Östenit = γ
Ferrit = α-ferrit
Sementit = Fe_3C
α + γ , α + Fe_3C fazlarını takip ediniz

27) Haddelemede tane boyutu değişimini bir şekilde gösteriniz. İzotropik ve anizotropik yapıları anlatınız.

Hazırlayan: 06101410 Sevilay Şahin

Bir kristalde düzlem ve doğrultulardaki atomik dizilmenin farklı olmasından dolayı, malzeme özellikleri de doğrultu ile değişir. Bir malzemenin özellikleri, ölçüldüğü kristalografik doğrultuya bağımlı ise, bu malzeme anizotropiktir. Eğer özellikler kristalin bütün doğrultularında benzer ise malzeme izotropiktir.



Haddelemede tane boyutu değişimi, ince tane boyutu ve anizotropik davranış gözlenir. Hareket zamana bağlı makroskopik ve mikroskopik değişim gösterir.

28) Soğuk ve sıcak işlemi tarif ediniz.

Hazırlayan: 06101410 Sevilay Şahin

Soğuk işlem, $T / T_m < 0,3$ olacak biçimde yapılan plastik şekillendirme işlemi olarak tanımlanmaktadır. Yeniden kristalleşme sıcaklığının altında uygulandığından, yapıda yeniden kristalleşme veya tane büyümesi olmaz, fakat büyük ölçüde uzama ve işlem sertleşmesi görülür.

Sıcak şekillendirme, yeniden kristalleşme sıcaklığının (0,4 Tm) üzerinde bir sıcaklıkta, plastik şekil değiştirme olarak tanımlanır. Sıcak şekillendirme esnasında metal sürekli olarak yeniden kristalleşir, bu sayede metalin tane yapısı, son üründe istenilen özelliklerin olmasını sağlayacak biçimde yeniden düzenlenir.

29) Yaşlandırma hakkında bilgi veriniz.

Hazırlayan : 06101410 Sevilay Şahin

Yaşlandırma, yumuşak ve daha sünek matriste ince sert uyumlu çökeltinin üniform dağılımını sağlamak için tasarlanır. A_l - % 4 Cu alaşımı, yaşlandırılabilen alaşımların klasik bir örneğidir. Yaşlandırma ısıl işleminin üç safhası vardır. Bunlar;

- Çözündürme uygulaması,
- Su verme,
- Yaşlanma.

30) Isıl işlemleri anlatınız.

Hazırlayan: 06101410 Sevilay Şahin

Temel ısıl işlemler:

a. Gerilim Giderme Tavı (Stress Relieving): Gerilim giderme tavı şekil verme, döküm veya kaynak işlemlerinden doğan iç gerilmeleri azaltmak amacı ile çelik parçaları, genellikle 550-650°C arasında ısıtma ve sonra yavaş yavaş soğutma işlemidir.

b. Normalize Tavı (Normalizing): Normalize tavı çelik malzemenin karistal yapısını daha homojen, daha ince bir hale getirmek ve bir sonraki ısıl işleminde karbürün uygun şekilde dağılmasını sağlamak amacıyla çeliğin kritik sıcaklığının (yeniden kristalleşme sıcaklığı) 40-60 °C üstünde tavlanıp havada soğutulmasıdır.

c. Su Verme İşlemi (Quenching): Belli bir sıcaklığa kadar (genellikle 850-1100 °C) ısıtılmış çeliğin cinsine göre su, yağ veya tuz banyolarında soğutularak martensit bir yapı sağlamasına su verme işlemi denir.

ç. Menevişleme (Tempering): Menevişleme, ısıl işlem sonucu ile sertleştirilmiş bir çeliğin su verme sonunda soğutmadan ileri gelen iç gerilmeleri gidermek ve çeliğin sahip olduğu martensitik özlülüğünü ve direncini arttırmak için genellikle 150-450 °C arasında ısıtılarak ve uygun bir hızla soğutularak gevrekliğini giderme işlemidir.

d. Sementasyon: Sementasyon işlemi, düşük karbonlu çelik parçasının yüzeyine karbon emdirilmesi işlemidir. Karbon emdirilmesi işlemi, çelik parçasının karbon monoksit (CO) içeren bir ortamda östenit faz sıcaklığına (850-950 °C) kadar ısıtılmasıyla gaz-metal tepkimesi sonucu oluşur. Malzeme yüzeyine difüzyon yoluyla karbon verilme işlemidir.

31) Alaşımlar ve fazlar hakkında bilgi veriniz.

Hazırlayan: 06101410 Sevilay Şahin

Alaşım: İki veya birkaç maddenin muhtelif oranlarda beraberce eritilerek meydana getirilen karışıma alaşım denir. Alaşımlar karışımdaki metallerin özelliklerinden farklı özellikler gösterirler. En bilinen alaşımlara; tunç (bakır-kalay), pirinç (bakır-çinko), lehim (kalay-kurşun) ve cıva alaşımları olan amalgamlar örnek verilebilir. Alaşımlar, uygulamaların gerektirdiği fiziksel özelliklere sahip malzemeler üretilmesinde yaygın olarak kullanılır.

Pirinç: Çinko ve bakır alaşımı olup, alaşımda bu iki metalin oranları çok değişiktir. Fakat en çok kullanılan tipinde bakır %60, çinko %40 oranında bulunur. Bronz; Bakır ve kalay alaşımı olup, bir miktar çinko ilave edilir. Bronzlar (tunçlar):Bakır, kalay ile çok önemli olan tunçları teşkil eder.

Lehim: Ergime noktası 182 santigrat derece olan bu alaşım %40 kurşun, %60 kalaydan oluşur

Bakır + Kalay = Tunç (Cu + Sn + Si + Zn)

Tunç bronz olarak da bilinir. Bakır, kalay ve başka elementler de içerir. (Si, Zn)

32) Gerinim sertleşmesini tanımlayınız. Tane büyüklüğü-mukavemet ilişkisini gerinim sertleşmesine göre açıklayınız.

Hazırlayan : 07101412 Ela Çağlar

Çok kristalli yapıdaki metallere yük uygulandığında tane sınırları, dislokasyon hareketine engel teşkil ederek bariyer görevi görürler. İnce taneli bir metalde daha

çok tane sınırı olacağı için, kaba taneliye göre deformasyon daha zor olacaktır. Tane sınırlarının dayanımı tanelerin dayanımından fazla olması için tanelerin ince (küçük) olması gerekir.

33) Soğuk işlem sonucunda malzemede meydana gelen değişiklikler nelerdir?
Hazırlayan: 07101412 Ela Çağlar

Soğuk işlem ile malzemenin akma, çekme ve kopma dayanımı yükselirken sünekliği düşer, elektrik iletkenliği ve % uzaması azalır, taneler uzarlar. Soğuk işlem sırasında, metal malzemenin şekli değişirken, metalin yapısında bulunan dislokasyon yoğunluğu artırılır. Metal malzemede, dislokasyonların yoğunluğunun artırılması ile birbirleri ile olan etkileşimleri artacağı için, dislokasyon hareketi güçleşir ve mukavemet artar.

34) Isıl işlemi tanımlayınız. Üç kademesini açıklayınız.
Hazırlayan: 07101412 Ela Çağlar

Isıl işlem malzemeyi belirli bir sıcaklığa ısıtıp, bu sıcaklıkta belirli bir süre tuttuktan sonra kontrollü olarak soğutma işlemidir. Isıl işlemde amaç, atom hareketlerini kontrol altına alarak malzemeye istenen özellikleri veren mikro yapıyı kazandırmaktır.

Isıtma kademesinde, malzeme tutma sıcaklığına kadar ısıtılır. Isıtma hızı; malzemenin bileşimi, ısıl işlem katsayısı, boyutu gibi özelliklerine bağlıdır. Malzemelerin tutma sıcaklığındaki fırına konması halinde ısıtma hızı yüksek olur. Bu yöntem, düzgün şekilli küçük parçalar için uygun olmasına karşın, kalın ve karmaşık şekilli parçalarda çatlamaya neden olabilir.

Tutma kademesinde önceden belirlenen sıcaklığa ısıtılan malzeme, bu sabit sıcaklıkta atom yayınımına bağlı olarak bir takım mikro yapısal değişimler (faz dönüşümü, yeni tane oluşumu) oluncaya dek bekletilir. Tutma süresi ve sıcaklığın gerekenden daha düşük olması mikro yapısal dönüşümlerin tamamlanamamasına; gereğinden uzun olması ise tane büyümesine neden olmaktadır.

Soğutma kademesinde, tutma sıcaklığında bekletilen malzeme istenilen mikro yapıyı oluşturmak amacıyla hızla soğutulur. Soğutma genellikle su, yağ ve hava ortamında yapılır. Su ile soğutma diğerlerine göre daha hızlı soğutma sağlar. Malzeme katoloğunda yazılı olan derece ve ortamlarda soğutulur.

35) Tavlama türleri nelerdir ? Ne amaçla yapıldıklarını kısaca yazınız.
Hazırlayan: 07101412 Ela Çağlar

Difüzyon ve homojenleştirme tavlaması, katılaşma sırasında ortaya çıkan bölgesel

bileşim farklılıklarını (segregasyonları) gidermek için yapılır. Kaba tane tavlaması, malzemeyi yumuşatmak ve talaşlı imalat kabiliyetini artırmak için yapılır.
Normalizasyon tavlaması, küçük ve düzgün dağılmış, taneli ferrit ve perlit içeren bir mikroyapı elde etmek için yapılır.
Yumuşatma ve küreleştirme tavlaması, %0.5' ten çok C içeren çeliklere talaşlı imalat, haddeleme, bükme, çekme gibi şekillendirme işlemleri öncesinde en yumuşak ve sünek hali kazandırmak için yapılır.
Gerilim giderme tavlaması, üniform olmayan ısı değişikliklerinin parçalar içinde yarattığı gerilimleri gidermek amacıyla yapılır.
Yeniden kristalleşme tavlaması, soğuk şekil değiştirme sonucu tane yapısı bozulmuş, iç gerilmeler meydana gelmiş bir metal alaşımında, yeni tanelerin oluşması mekanik özellikleri başlangıç durumuna getirmeyi sağlar.

36) Temperleme nedir?
Hazırlayan: 07101412 Ela Çağlar
Su verilmiş ve martenzitik yapı elde edilmiş çeliklerin iç gerilimlerini almak, yumuşatmak ve tokluğunu artırmak amacıyla (östenitik yapı) ötektoid sıcaklığının (727°C) altında yapılan işlemdir.

37) Çeliğin sertleşebilirliğini arttıran faktörler nelerdir?
Hazırlayan: 07101412 Ela Çağlar
Çeliğin bileşimi, kobalt hariç bütün alaşım eklemeleri, östenit tane büyüklüğü, çeliğin su verilmeden önceki yapısı sertleşebilirliği arttıran faktörlerdir.

38) Çökelme sertleşmesi nedir? Açıklayınız. Çökelme sertleşmesinin etkili olması için gereken koşullar nelerdir?
Hazırlayan: 07101412 Ela Çağlar
Çökeltme sertleşmesi, ısıl işlem gören bir metalin biçim değiştirebilir anafazı içinde yoğun ve ince çökelmiş parçacıklar dağılımı elde etmektir. Çökelen parçacıklar aykırı yerleşim hareketine engel oluşturarak ısıl işlem görmüş alaşımın dayanımını arttırır. Malzemeden istenen özellikler çökelen ikinci faz kontrol edilerek sağlanabilir.

Faz diyagramı azalan sıcaklıkla birlikte azalan katı çözünürlük göstermelidir.
Matris, sert ve gevrek olan çökeltiye nazaran yumuşak ve sünek olmalıdır.
Alaşım, su verilebilir olmalıdır.
Oluşan çökelti en fazla mukavemet ve sertliği sağlamak için matris ile uyumlu olmalıdır.
Çökeltinin şekli, boyutu ve dağılımı da kontrol edilmelidir.

39) Saf bakırın temel özellikleri nelerdir? Kullanım alanları nelerdir?
Hazırlayan: 07101417 Yağız Özeren
Saf bakır yüksek elektrik ve ısıl iletkenliğe, yüksek sünekliğe ve korozyon direncine sahiptir. Bu sebeple elektrik sanayinde kullanılır. Elektrik iletim telleri, bobinler, elektronik aygıtlar kullanım alanlarından birkaçıdır.

40) Bakır-nikel alaşımlarının en önemli özelliği nedir?
Hazırlayan: 07101417 Yağız Özeren
Bakır-nikel alaşımları içeriğindeki nikel sayesinde çok yüksek korozyon direncine sahiptirler. Bu sayede deniz suyu içerisinde dahi kullanılabilirler.

41) Alüminyumun özellikleri nelerdir? Kullanım alanları nelerdir?
Hazırlayan: 07101417 Yağız Özeren
Alüminyum kolay işlenebilir, hafif, yüksek korozyon direncine sahip, iyi elektrik ve ısıl iletkenliği olan geri dönüşümü kolay bir malzemedir. Ulaşım, inşaat elektriksel uygulamalar, otomobil ve uçak sanayi dahil pek çok yerde kullanılırlar.

42) Alüminyumun demir gibi paslanıp dökülmemesinin sebebi nedir?
Hazırlayan: 07101417 Yağız Özeren
Alüminyum oksitlendiğinde üzerinde ince bir Al_2O_3 tabakası oluşur ve bu tabaka oksijen difüzyonunu durdurur ve koruyucu bir tabaka oluşturur. Bu sayede oksitlenme yüzeyle sınırlı kalır ve ilerlemez.

43) Saf titanyumun dezavantajları nelerdir?
Hazırlayan: 07101417 Yağız Özeren
Saf titanyum düşük aşınma direncine ve sertliğe sahiptir. Bu sebeple alaşımlandırılarak kullanılır.

44) Polimerler kaç ana gruba ayrılır? Bunları kısaca açıklayın.
Hazırlayan: 06101404 Mehmet Hurrem Yücel
3 ana gruba ayrılır; termosetler, termoplastikler ve elastomerler.
Termosetler: Isıl işleme bir kez tabi tutulduktan sonra bir daha şekillendirilemeyen polimerlerdir. (epoksi reçinesi, bakalit)
Termoplastikler: Isıtıldıkları zaman kalıcı şekil değişimine girmeyen polimerlerdir. (Naylon, pvc, polipropilen)
Elastomerler: Çok düşük yükler altında yüksek deformasyon veren düşük elastisite modülüne sahip polimerlerdir. (polibütadien, stiren bütadien)

45) Metal ve seramik matrisli kompozitlerin kullanım alanları nelerdir?

Hazırlayan: 06101404 Mehmet Hurrem Yücel

Metal matrisli kompozitler, otomotiv ve havacılık sektöründe kullanılır. Seramik matrisli kompozitler, yüksek sıcaklık uygulamaları ve kesici aletlerin kesilmesi işlemlerinde kullanılır.

46) Süperiletken malzemelerde Meissner olayını açıklayınız.

Hazırlayan: 06101404 Mehmet Hurrem Yücel

Süperiletken olmayan iletkenler üzerine manyetik alan uyguladığımızda manyetik alan malzemeye nüfuz eder. Ancak süperiletken malzemelere manyetik alan uyguladığımız zaman manyetik akı malzemeye nüfuz edemez ve süperiletken malzemeyi iter. Buna meissner etkisi denir.

Mıknatısın süper iletken malzeme üzerinde havada durması 1933 yılında Walter Meissner ve Robert Ochsenfeld tarafından bulundu.

47) α-ferrit, γ- östenit ve Fe_3C (sementit) hakkında kısaca bilgi veriniz.

Hazırlayan: 06101404 Mehmet Hurrem Yücel

α-ferrit: Demirin oda sıcaklığındaki denge halidir. Hacim merkezli kübik (HMK) kristal yapısına sahiptir. C' un maksimum çözünebilirliği 0.022 wt % dır. 912 °C de yüzey merkezli kübik (YMK)'ya dönüşür.

γ- östenit: YMK kristal yapısına sahiptir. C' un maksimum çözünebilirliği 2.14 wt % dır. 1359 °C de δ-ferrite'e dönüşür. Oda sıcaklığında kararsızdır.

Fe_3C: Sert ve kırılgan intermetalik bir fazdır. 650-700 °C arasında ferrit ya da grafite dönüşebilir.

48) Nanomalzemelerin, mekanik özelliklerine etkisi nasıldır ?

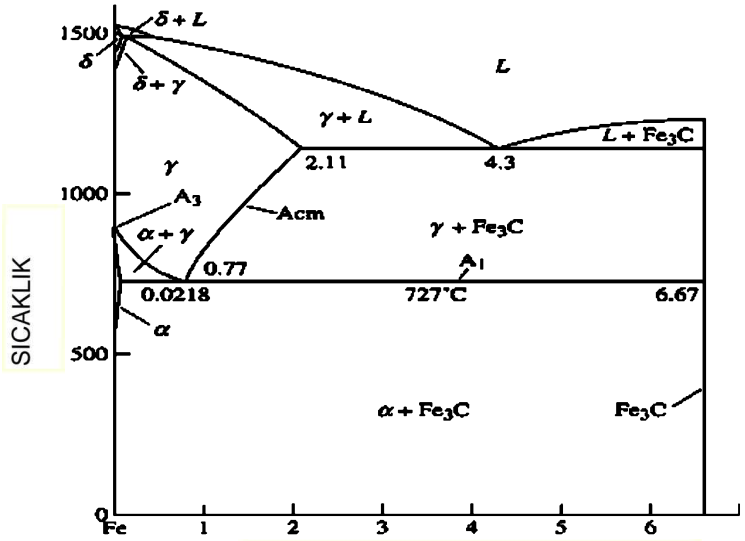
Hazırlayan: 06101404 Mehmet Hurrem Yücel

Nanomalzemelerde tane boyutu küçük olduğundan malzemenin akma mukavemeti, çekme mukavemeti ve sertliği diğer malzemelere göre yüksek olmaktadır. Malzemenin özelliklerini azaltmadan boyutlarını küçültmek ile nano tanımlanabilir.

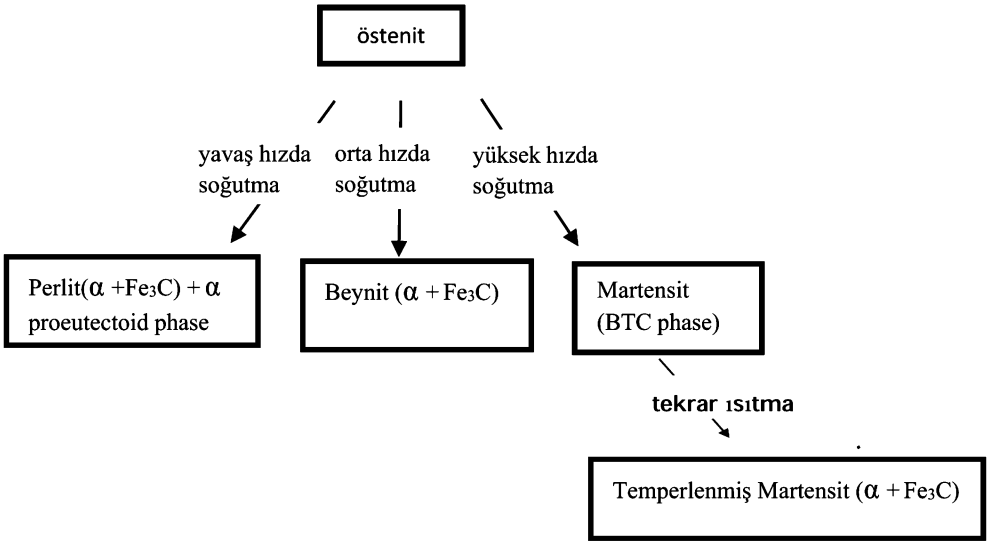
49) Demir – Karbon faz diyagramını çiziniz.

Hazırlayan: 06101424 İdris Gürkan

Not: Şekilde karbon yüzdesi ve sıcaklıkla değişen demir-çelik grafiği görülmektedir. % 2 C çelik, % 2 den çok C demir, % 0,02 den küçük C alfa demiri olarak bilinir.



50) Östenit fazın soğutma hızına bağlı olarak değişimini şematik olarak çiziniz.
Hazırlayan: 06101424 İdris Gürkan



51) Temperlenmiş martenzit nedir? Niçin yapılır?

Hazırlayan: 06101424 İdris Gürkan

Martenzit aşırı derecede kırılgandır. Bu nedenle pratik uygulamalar için uygun hale getirilmelidir. Bu işlem martenzitin 250°C ile 650°C arasında belirli bir süreyle ısıtılmasıyla (temperlenmesiyle) yapılır ve bu işlem sonunda bir ferrit matris içinde aşırı derecede ince taneli ve iyi dağılmış sementit taneli temperlenmiş martenzit üretilir. Malzeme kırılganlığı azaltılır.

52) Kovalent ve iyonik bağı açıklayınız.

Hazırlayan: 06101424 İdris Gürkan

Kovalent Bağ : Atomlar benzer elektronegativiteye sahiptir, elektron paylaşımı vardır , yüksek derecede yöne bağlıdır ve çok güçlü veya zayıf olabilir.

İyonik Bağ : Atomların elektronegativiteleri arasında geniş farklılıklar vardır, elektron transferi ile karşılıklı iyonlaşma vardır , yöne bağlı değildir ve çok güçlü bağlardır.

53) (Time – Temperature – Transformation) TTT diyagramı ne demektir?

Hazırlayan: 06101414 Merve Sabay

Malzemenin zaman ve sıcaklık değişimi ile mikro yapısının değişimi demektir.

54) Gerilim-Gerinim diyagramı çizerek, numuneye çekme testi uygulanması durumunda oluşacak önemli noktaları belirtin.

Hazırlayan: 06101414 Merve Sabay

55) Yarıçapı 10 cm olan silindir şeklindeki numuneye çekme testi uygulanıyor. Çekme testinden sonra silindirin yarıçapı 0.5 cm kısaldığına göre silindirdeki **% kesit daralmasını hesaplayınız.**

Hazırlayan: 06101414 Merve Sabay

% kesit daralması= $((A_o-A_f)/A_o) * 100$

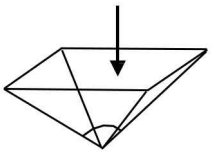
$A= \pi.r^2$ % kesit daralması = % 9,75

$$e = \frac{\frac{\pi\,(10^2 - 9{,}5^2)}{4}}{\frac{\pi.10^2}{4}} = 0{,}0975$$

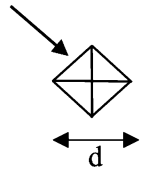
56) Bir numunenin sertliği vickers sertlik testiyle ölçülüyor. Numunede oluşan ortalama köşegen uzunluğu 1.7 mm, uygulanan yük 30 kgf ise numunenin sertliği kaç vickerstir?

Hazırlayan: 06101414 Merve Sabay

P = Uygulanan Yük



İzin Şekli Pramid



iz alanı = d^2

$$\Theta = 136^o \text{ DPH} = \frac{2P\sin\frac{\Theta}{2}}{d^2} = \frac{1{,}854\ P}{d^2}$$

$$= \frac{1{,}854 \text{ x } 30 \text{ kgf}}{(1{,}7 \text{ mm})^2} = 19$$

19 HV 30/20

30 kgf uygulandı 20 sn. de 19 HV ölçüldü

P : uygulanan yük (kgf)

d : ortalama köşegen uzunluğu (mm)

DPH = Diamond Piramid Hardness (HV)

57) Yüzey sertleştirmede yüzeyin kimyasal bileşiminin değiştirilmediği yöntemler nelerdir?

Hazırlayan: 06101414 Merve Sabay

Alevle yüzey sertleştirme ve indüksiyonla yüzey sertleştirme yöntemleridir.

58) Yüzey sertleştirmede yüzeyin kimyasal bileşiminin değiştirilerek yapıldığı işlemler hangileridir?

Hazırlayan: 06101414 Merve Sabay

Sementasyon, nitrürleme ve borlamadır.

59) 21CrMoV511 denklemini açıklayınız.

Hazırlayan: 06101414 Merve Sabay

21/100 = % 0.21 C, 5/4 = % 1.25 Cr, 11/10 = % 1.1 Mo ve bir miktar V vardır.

BAKIR ESASLI MALZEMELERİN DEFORMASYONU KONUSUNDA YAPILMIŞ ÇALIŞMA:

Bakır esaslı malzemelerin davranışları özel bir inceleme konusudur. Sıcaklığın deformasyona etkileri bu çalışma ile araştırılmış ve yazarların müsaadesiyle bu çalışmamızda yer almıştır. Bir diğer konu malzemelerin yüksek sıcaklıkta deformasyonunun incelenmesidir. Uçak türbin diskleri malzemesi olarak kullanılan Rene 95 süper alaşımları konusunda çalışmalarım vardır. Bu çalışmalara bakır esaslı pirinç ve bronz malzemelerin yüksek sıcaklıkta deformasyonunun ilave edilmesinin faydalı olacağını değerlendirdim. Mak. Yük. Müh. Ş. Tunç ALNIAK'ın ve tez öğretim üyesi Prof. Dr. Bedri TUNÇ'un müsaadeleriyle çalışmayı bu bölüme ilave ediyorum. Bu çalışma 2000-2005 yıllarında yapılmıştır. Özgün bir çalışmadır. Böylece malzemelerin mekanik davranışı ve sıcak deformasyon prensipleri hakkında özel bilgiler kazanmış olduk. Yüksek sıcaklıkta deneysel yapılan bu çalışmaları master tezi olarak ortaya koyabilmenin önemli olduğunu değerlendiriyorum. Çalışmaya Prof. Dr. Can ÇOĞUN'un ve Dr. Fevzi BEDİR'in katkıları değerlidir. Çalışmanın deneyleri Tübitak MAM'da yapılmıştır. Bu bilgiyi kullanma imkanı verdikleri için Ş. Tunç ALNIAK'a ve Prof. Dr. Bedri TUÇ'a teşekkür ederim.

M. Oktay ALNIAK, 02.01.2013

5.5 Bakır Esaslı Malzemelerin Yüksek Sıcaklıkta Deformasyonu

"MS 58 ve MS 72 Bakır Alaşımlarının Davranışlarının İncelenmesi"

Bölüm Yazarları:
Yük. Müh. Şevket Tunç ALNIAK*
Prof. Dr. Bedri TUÇ**

5.5.1. Giriş

Metalik malzemelerin plastik deformasyonu 1864'den bu yana birçok bilim adamının teorik ve pratik inceleme konusu olmuştur [1]. Metallerin soğuk ve sıcak plastik deforme edilebilmeleri için büyük güç ve kuvvetlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle plastik deformasyon tezgah ve sistem tasarımcıları, tezgaha etki edecek kuvvet ve basınç ile kullanacakları gücü hesaplamak zorundadırlar. Tasarımcıların ve kullanıcıların elde etmek istediği bu bilgiler, plastisite teorisinin sayısal yöntemlerle ve bilgisayar programları kullanılarak çözüme ulaştırılmasını sağlamaktadır [2].

Bu nedenle sıcak ve soğuk deformasyon, ekstrüzyon, dövme gibi işlemlerle malzemelerin birçok yönleri araştırılarak fiziksel ve kimyasal özelliklerine etki eden parametreler tayin edilmekte ve malzemelerin kullanım alanları arttırılmaktadır. Günümüzde mühendislik malzemelerinin birçok uygulama alanı mevcuttur.

Bu şartlar dikkate alındığında, her bir malzemeyi, uygulama esnasında tek tek denemek mümkün olmamaktadır. Tayin edilen şartlarda malzeme davranışlarının birbirlerine yakın özellikler gösterdiği bilinmektedir. Malzemelerin bu özellikleri onların karakteristik davranışlarının modellenmesine imkan sağlamaktadır.

Ortam şartları değiştikçe malzeme davranışları da belirli kurallara uygun olarak değişmektedir. Sınır şartlarındaki davranışları belli olan malzemelerin ara şartlarındaki davranışlarını matematiksel modellerle

tespit etmek mümkündür.[1] Yapılan araştırmalar sonucunda malzemelerin keşfedilen yeni özellikleri, onun modelinin gerçeğe daha yakın sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bu da deneysel çalışmalara süreklilik ve ivme kazandırmıştır. Sıcak ve soğuk deformasyon, malzemelerin mekanik ve iç yapı özelliklerinde bir başka ifade ile çekme mukavemeti, akma mukavemeti, tokluk, rezilyans, tane büyüklüğü, dislokasyon yoğunluğu gibi faktörleri önemli ölçüde etkilemektedir [3].

* Akademi Endüstri Makineleri Tic. Gen. Md.
** Gazi Ünv. Müh. Fak. Mak. Müh. Böl. Bşk.

Bir malzeme yeniden kristalleşme sıcaklığının üzerindeki sıcaklıklarda deformasyona maruz bırakıldığında soğuk deformasyona nazaran tamamen farklı mekanik özelliklere sahip olmaktadır. Bu da malzemelerin mekanik özelliklerine etki eden sıcaklık parametresinin ve sıcak işlemin önemli bir etken olduğunu göstermektedir [1]. Sıcaklık faktörü iç yapıyı bu kadar etkilemesine rağmen sıcak deformasyon ile ilgili daha önce çok fazla araştırma yapılmamıştır. Sonuç olarak malzemenin fiziksel ve kimyasal özelliklerine etki eden parametreler değiştikçe malzemeye kazandırılan özellikler de önemli ölçüde değişmektedir.

Malzemelerin yüksek sıcaklıklarda akma gerilmesini tayin etmek önemlidir. Yapılan araştırmalarda malzemelerin deformasyon hız hassasiyeti üssü m, deformasyon sertleşmesi üssü n ve σ - ε eğrilerinin yanında farklı birçok özellikleri de dikkate alınmaktadır. Bakır alaşımları genel olarak ısıl işleme yatkın olduğundan bu alaşımlara yüksek mukavemet kazandırmak mümkündür. Mukavemet, ısıl işlemin tesiri altında kalan mikroyapı dönüşümlerinden etkilenmektedir [1].

Deneylerde kullanılan bakır alaşımları belirtilen deney sıcaklıklarında ve gerçek deformasyon hızlarında ilk defa çalışılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Bu çalışma, bakır alaşımlarından pirinç ve bronz malzemelerin 400 °C ve 600 °C sıcaklıklarda ve sabit deformasyon hızlarında bası deneyi uygulaması sonucu deforme edilmeleri esasına dayanır. Amaç olarak bu deneyden elde edilen verilere dayanarak, belirlenen sabit deformasyon yüzdelerinde malzemelerin akma ve maksimum gerilme mukavemetlerinin tespiti, plastik deformasyon için uygun dizayn karakteristiklerinin elde edilmesi, ılık ve yüksek deformasyon sıcaklıklarında sabit deformasyon hızlarına bağımlı olarak mikro yapı değişimlerinin incelenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca deformasyon hızının ve sıcaklıkların mikro yapı değişimlerine ve gerilmelere olan etkisi de araştırılmıştır.

Araştırmanın sonunda ayrıca, söz konusu malzemelerin deformasyon- gerilme ilişkilerini tanımlayıcı bir bünye denklemi teklif edilmesi hedeflenmiştir. Elde edilen bu bünye denkleminden amaç, ileride dizayn çalışmalarında yararlanılmak üzere kullanıcıların istifadesine sunulmasıdır.

5.5.2 Malzeme Tanımları

5.5.2.1 Pirinç

Pirinç bir bakır ve çinko alaşımıdır. Saf bakır ve çinkonun (bazen kurşun ilave edilerek) ergitilmesi ile elde edilir. Genellikle fazla miktarda temiz pirinç hurdası da katılır. Teknik yönden yalnız %54'den fazla bakır ihtiva eden pirinç alaşımları önemlidir. Daha az bakır bulunması halinde alaşımlar çok sert ve gevrek olurlar [4].

Bakırca zengin, Cu-Zn alaşımlarına "Pirinç" (sanayide sarı) denilir. Alaşım %70-90 Cu ihtiva ediyorsa, "Tombak"
(Malezyaca'da Tambaga = Bakır) denilir [5].

Norm kısa işaretlerinde % Bakır miktarı verilir, (Örneğin Ms63), özel pirinç alaşımlarında ise bakırdan sonra gelen en fazla olan elemanlar miktarları ile birlikte verilir (Örnek: SnMs58Al1) [6].

Artan çinko miktarı ile bakırın kırmızılığı sarı renge döner (Örneğin Ms85) ve bu renk Ms63 alaşımına kadar muhafaza edilir. [5].

MS63 (%63 Cu, %34,5 Zn, %2,5 Pb)

MS58 (%58 Cu, %39 Zn, %3 Pb) [16]

Pirincin yoğunluğu Zn miktarına göre yaklaşık 8,5 g / cm^3'dür. Bakırın elektriği iletkenliği; %10 Zn ile alaşımlandırıldığında %60, %40 Zn ile alaşımlandırıldığında ise %75 azalır [5].

Pirinç paslanmaya dayanıklılığı nedeniyle denizcilik alanında ve soğuk-sıcak deformasyona müsait olması nedeniyle derin çekme işlerinde ve mühimmat sanayiinde kullanılır[7].

5.5.2.2 Bronz

Bileşiminin en az %60'ı Cu olan ve diğer alaşım elemanları içinde Zn fazla miktarda olmayan, yani pirince benzemeyen alaşımlar "Bronz" olarak adlandırılır. Ana alaşım elemanları kısa işaretlerle şu şekilde verilir, Örneğin: SnBz4, G-AlBz9 gibi [5].

Bronzlar, pirinçten daha yüksek mukavemet değerlerine, aşınma direncine sahiptirler. Korozyona karşı daha fazla dayanım gösterirler ve daha iyi kayma özelliklerine sahiptirler [8].

%2-4 Sn içeren bronzlar, genellikle civata imalatında, %6-8 Sn ihtiva eden alaşım elemanlı bronzlar (Örnek:MSnBz4Pb her biri yaklaşık %4 oranında olan Sn, Zn ve Pb ihtiva eder) çekilerek veya haddelenerek, 0,03 mm çapa kadar ince teller ve 0,05 mm'den daha ince bandlar imal edilirler. Tatbik edildiği yerler, tel örgüler, yaylar ve manometreler için "Bourdon" borularının imalidir [5].

Kalay bronzlarının büyük bir kısmı (G-SnBz10'dan G-SnBz20'ye kadar olanlar) döküm yapılarak şekillendirilebilir. Fakat sertlik değerleri hariç olmak üzere yüksek mukavemet değerleri, yalnız santrifüj döküm alaşımı GZ-SnBz12 (Z=Savurma Döküm) ile temin edilir [5].

Korozyona dayanıklı ve kaygan parçalar, aşırı zorlanan sonsuz vida dişli tekerleri gibi, kaymalı yataklar, asitlere dayanıklı aletler, su türbinlerinin iletme ve rotor kanatları gibi ürünlerin imalinde kullanılır [8].

Bir cins bronz da "Kızıl Döküm" olarak adlandırılır. Birçok alaşım elemanlı, kalay yerine bir miktar çinko ihtiva eden bronzlardır. Genelde kurşun da ihtiva ederler. Örneğin, GZ-Rg5 alaşımı (Rg=Rotguss kelimesinden kısaltmadır) %5 Sn, %7 Zn, %3 Pb ihtiva eder [5].

Kızıl döküm, rahat dökülebilir. Ancak sertliği azdır. Özellikle kayma hızı yüksek olmayan yataklarda, kalay bakımından zengin bronzlar gibi kullanılır [8].

En eski ve önemli bronzlar, kalay bronzlarıdır. Bunlara daha önce az miktarda fosfor ihtiva ettikleri için fosfor bronzları denirdi. Bu ve gene eski olan hadde bronzları deyimi bugün artık kullanılmamaktadır. Kalay bronzları, yüksek kimyasal dayanıklılıkları sebebiyle kimya endüstrisinde ve gemi inşaatında büyük ölçüde kullanılırlar. Kağıt endüstrisinde kağıt hamuru bıçak ve süzgeçleri, gemi inşaatında deniz suyuna dayanıklı mil kaplamaları, elektronikte yaylar, saat endüstrisinde zemberekler, makina endüstrisinde korozyona ve fazla yüke maruz dişli çarklar, akslar, conta yuvaları, fleksıbıl borular ve yaylanma parçaları, bu alaşımlardan imal edilir. Kalay bronzları yatak malzemesi olarak da kullanılır. Ayrıca çan dökümü için dökme kalay bronzları kullanılır. İhtiva ettikleri kalay dolayısı ile bronzlarda titreşim sönümü çok azdır. Bu özellik bakımından başka hiçbir metal kalay bronzlarından üstün değildir [4].

Kalay bronzlarının en önemli özellikleri, başta yüksek mukavemet olmak üzere, korozyona karşı çok iyi dayanıklılık ve kalay miktarının %10'dan fazla olmaması şartıyla, iyi şekil değiştirme kabiliyetidir. Kalay fiyatının bakırınkinin yaklaşık 4 katı olması , bronz fiyatının yükselmesi ve dolayısı ile kullanılma yerlerinin arttırılamaması sonucunu doğurur. Bunu önlemek amacıyla çok bileşenli kalay bronzlarında ve kızıl döküm alaşımlarında bir miktar kalay yerine ucuz çinko konulur. Böylece elde edilen alaşımlar yüksek mukavemete sahip olup, sadece kimyasal dayanıklılıkları biraz düşüktür [9].

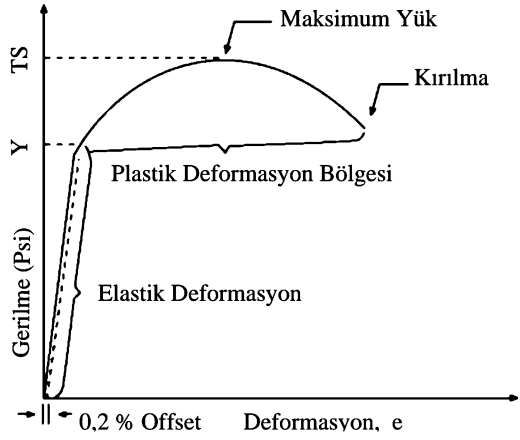
Fiziksel özelliklerinden elektrik iletkenliği, en fazla kalay miktarına bağlı olarak değişir. Bakır-kalay alaşımlarının ergime noktaları da kalay miktarına kuvvetle bağlıdır.

Alaşımlardaki kalay, yüzeye iyi şekilde bağlı olan ve kimyasal etkilere karşı olağanüstü dayanıklılık sağlayan koruyucu bir tabaka meydana getirir. Bu dayanıklılık bakırınkine eşit ve bazı hallerde daha yüksektir [4].

5.5.3 Malzemelerin Mekanik Özellikleri

Malzemelerin mekanik özellikleri imalat ve konstrüksiyon için önemlidir. Mekanik gerilmelere maruz kalındığında, bir malzemenin mekanik özellikleri, malzemenin davranışlarını belirler. Tasarım esnasında mekanik özellikler büyük önem taşır. Bunun sebebi ise ortaya çıkacak olan ürünün görevi ve performansının, hizmet esnasında meydana gelen gerilmeler sonucunda oluşacak deformasyonlara karşı olan malzeme direncine dayalı olmasıdır. Malzemeden istenen, çalışma esnasında oluşacak gerilmelere karşı geometrisinde kayda değer değişiklikler göstermemesidir. Bu da elastiklik ve kırılma dayanımına bağlıdır. Genelde tasarımda aranan sertlik gibi mekanik özellikler, üretim esnasında istenmeyen özellikler haline gelir. Bu durumda konstrüksiyon için bir ikilem oluşmaktadır. Yararlı olan malzeme dayanımı ve sertliği, imalat esnasında talaş kaldırma operasyonunda istenmeyen bir özellik olarak ortaya çıkmaktadır [10].

Malzemelerde genel olarak üç çeşit statik gerilmeye rastlanmakta, bunlar, çekme, basma ve kayma olarak nitelendirilmektedir. Çekme gerilmeleri; malzemeyi germe, uzatma eğilimindedir. Basma gerilmeleri; malzemeyi sıkıştırma, ezme eğilimi gösterir. Kayma gerilmeleri ise; malzemelerin atom dizilişlerinin geometrisinde ve düzlemlerinde kayma meydana getirmektedir. Gerilme-Deformasyon eğrisi, bu üç tip gerilme durumda malzemenin mekanik özelliklerini ifade eden temel ilişkidir. Bu araştırmada, malzemelerin gerçek deformasyon ve gerçek gerilme ilişkileri üzerinde çalışma yapılmıştır.



Çizelge 5.1 Bir Metalin Çekme İşlemindeki Tipik Mühendislik Gerilme- Deformasyonu

Bir malzeme elastik limitinin altında yüklendiği zaman deformasyon kalıcı olmaz. Gerilme tamamen kaldırıldığında ise cisim ilk boyuna geri döner [3]. Bu durumda malzeme davranışı Hooke kanununa uyar ve $\sigma = E\ e$ bağıntısını sağlar [1]. Eğer malzeme elastik limitinin ötesinde bir gerilme ile yüklenirse, plastik veya kalıcı deformasyon meydana gelir ve cisim ilk boyuna dönmez. Plastik deformasyon altındaki metalin bu kabiliyeti diğer metallerle karşılaştırıldığında belki de onların en önemli karakteristiğidir [4].

Delme, presleme, haddeleme, dövme çekme ve ekstrüzyon gibi plastik deformasyon işlemleri metallerin plastik değişimini oluşturur. Aynı zamanda frezeleme, tornalama, kesme ve delme gibi talaşlı imalat işleri de plastik deformasyonu ihtiva eder. Plastik deformasyon altındaki malzeme davranışları ve ilgili mekanizmalar deformasyon işlemlerinin mükemmelliği açısından önemlidir [3].

Gerilme-Deformasyon ilişkisinde oluşan farklı iki bölge dikkat çekmektedir. Bunlar Elastik ve Plastik bölgelerdir. Elastik bölgede, gerilme ve deformasyon arasındaki ilişki lineerdir. Malzeme elastik bir davranış gösterir. Yük ortadan kaldırıldığında, malzeme eski boyuna geri döner. Bu ilişki Hooke Kanunu olarak adlandırılmıştır [10].

$$\sigma_e = E\ e \qquad (1)$$

E = Elastisite Modülü (MPa)

Burada E, malzemenin doğasındaki dayanımın bir ölçüsüdür. Her malzeme için farklı olan bir sabittir [10].

Çizelge 3.1.'de de görünen 0.2%'lik deformasyona karşılık gelen noktadan plastik akma eğrisine çizilen paralel bir doğrunun Gerilme- Deformasyon eğrisini kestiği nokta olarak tanımlanabilir. 0.2% likoffset deformasyona karşı gelen Y noktasındaki gerilme akma gerilmesidir.

Y noktası, plastik bölgeye geçişi işaret eder ve malzemenin plastik deformasyonunun başlangıcıdır. Y noktasının ötesinde yük arttıkça, numunenin uzaması sürer. Fakat daha öncesine kıyasla daha büyük oranda ve hızlı olarak gerçekleşir ve grafikte de görüldüğü gibi, eğrideki eğimde hissedilir bir değişim meydana gelir. Uzama, kesit alanındaki azalmayla beraber devam eder [10]. Sonunda, uygulanan F yükü maksimum değere ulaştığında, bu noktada hesaplanan mühendislik gerilmesi, Çekme Dayanımı olarak da ifade edilir.

$$\sigma_{max} = F_{max} / A_0 \quad \text{(Maksimum Çekme Gerilmesi)} \qquad (2)$$

σ_{max} ve Y noktasına karşılık gelen akma gerilmesi (σ_{akma}), tasarım hesaplamalarındaki önemli dayanım özellikleridir. Aynı zamanda üretim hesaplamalarında da kullanılırlar.

Uygulanan kuvvet düşüş göstermeye başladığında, deney numunesinde sınırlı bir bölgede içe doğru çentik şeklinde bir daralma meydana gelir ve bu kopma noktasının işaretidir. Artık düzenli bir deformasyonun yerini tek bir bölgede meydana gelen deformasyon almıştır. Bu bölge, belirgin bir şekilde içe doğru daralır ve son olarak kopma (kırılma) meydana gelir. Kırılmanın hemen öncesi ölçülen gerilmeye, Kırılma Gerilmesi veya Kopma Mukavemeti denir.

Malzemedeki Uzama, $\Delta L = (L_f - L_o)$ ise,

Malzeme Deformasyonu e,

$$e = (L_f - L_o) / L \qquad (3)$$

Plastik bölgedeki deformasyon belirgin hale geldikçe, gerçek deformasyon ve mühendislik deformasyonu farklılığı ortaya çıkar. Gerçek deformasyon, benzer mühendislik deformasyonu arasında aşağıdaki ilişki kurulabilir,

$$\epsilon = \ln (1 + e) \qquad (4)$$

Benzer olarak gerçek ve mühendislik gerilmeleri de aşağıdaki şekilde ilişkilendirilebilir,

$$\sigma = \sigma_e (1 + e) \qquad (5)$$

Plastik bölgedeki gerilmenin, malzemenin kırılma noktasında içe doğru incelmesi hareketinin başladığı ana kadar sürekli olarak arttığını söyleyebiliriz. Burada metalin deformasyon arttıkça daha da güçlü bir yapıya kavuştuğu da söylenebilir. Bu özellik, Deformasyon Sertleşmesi olarak adlandırılır. Bir metalin bu özellik etkisi altındaki davranışı incelendiğinde, Gerçek Gerilme-Deformasyon eğrisinde plastik bölgede lineer ilişki gözlenir [1]. Plastik bölgedeki gerçek gerilme ve gerçek deformasyon arasındaki ilişki de aşağıdaki Eşitlik (6) ile sağlanır.

$$\sigma = K\epsilon^n \quad \text{(Soğuk deformasyon eşitliğidir.)} \qquad (6)$$

$\sigma = K\epsilon^n$ olarak verilen bu denklem Akış Eğrisi olarak adlandırılır ve plastik bölgede metallerin davranışlarını, deformasyon sertleşmesi kapasitesi de dahil olan bir yaklaşımla kapsar. K sabiti dayanım katsayısı (MPa) olup, gerçek deformasyon değerinin 1 olduğu noktadaki gerçek gerilme değerine eşittir. n parametresi deformasyon sertleşmesi üssü'dür [2].

5.5.3.1 Basma Özellikleri

Basma deneyi, silindirik numunenin iki levha arasında uygulanan bir kuvvet sonucunda elde edilir. Numune sıkıştırıldıkça, boy kısalır ve kesit alanı artar. Küçük, silindirik metal parçaların tek eksenli basılmasında deformasyon sertleşmesi karakteristiğini elde etmek kolay gibi görülmesine rağmen basma deneyinde malzemenin homojen olarak deformasyonu, numune ile basma takımları arasındaki sürtünmeden dolayı zordur. Bu olay, Şekil 5.2'de görüldüğü gibi numunede yükün artması ile numunenin bombeleşerek fıçılaşmasına sebep olur [11].

Deneysel olarak, metalik numunenin yüzeyinde akmaya karşı bir sınırlama olmasından dolayı her iki yüzeyinde de kısmen deforme olmamış bölge oluştuğu görülmektedir. Basma takımlarının konik yapılması halinde, iş parçasının alın yüzeyleri bu koniye uyacak şekilde torna edilirse basma kuvvetine dik doğrultuda meydana gelen ilave yan kuvvetlerin etkisiyle malzemenin yanlara doğru akması sağlanmış olacaktır [12]. Böylece numune ile koniler arasında üniform gerilme dağılımının sağlanabileceğini Siebel ve Pomp (1927) tarafından teklif edilmiştir. Ancak bu durum daha fazla zorluk göstermiş ve yüzeyde seçilen koni açısı ve numune yüzeyinin işlenmesi malzemede daha fazla belirsizlikler oluşturmuştur [11].

Basma deneyinde homojen deformasyon, basma takımı ile numune yüzeyleri arasında iyi bir yağlama yapılarak elde edilebilir. Akma gerilmesi numuneyi deforme eden takımın üzerinden ölçülen basınçtan hesap edilir ve numunede meydana gelen gerçek deformasyon basma takımının üzerindeki yükün kaldırılmasından sonra doğru bir şekilde ölçülebilir. Bu gibi metodlar Taylor ve Quinney (1934) ve Johnson (1956) tarafından yaklaşık % 40'lık bir logaritmik deformasyona kadar kullanılmıştır. Benzer bir teknik Loizou ve Sims (1953) tarafından saf kurşunun akma gerilmesini ölçmede kullanılmıştır. Son durumda numune yüzeyinde dönen eş merkezli yağlayıcı kanallar açılarak daha fazla yağlama elde edilmiş ve sürtünme azaltılarak dikey fıçılaşma yok edilmiştir [11].

Mühendislik Gerilmesi,

$$\sigma_e = F / A_o \qquad (7)$$

σ_e : Mühendislik gerilmesi (MPa)

F : Uygulanan kuvvet (N)

A_o : Test numunesinin orijinal alanı (mm^2)

Mühendislik Deformasyonu ise,

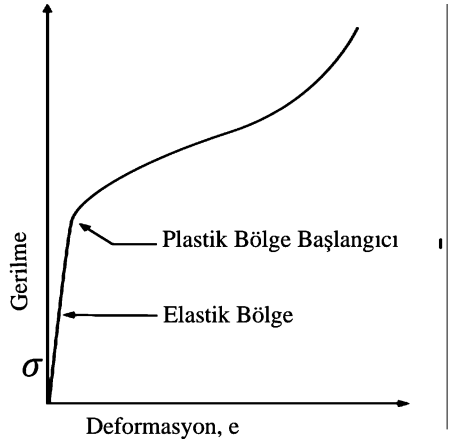
$$e = (h - h_o) / h_o \quad (8)$$

eşitlikleri ile ifade edilir.

e : Mühendislik deformasyonu
h : Kısalma esnasında herhangi bir andaki boy (mm)
ho : Orijinal boy (mm)

Mühendislik deformasyonunda, genelde deneyin başladığı ve bittiği anlardaki numune boyu, ilk boy ve son boy olarak anılmaktadır [10].

Bu deneyde sıkıştırma esnasında boy kısaldıkça, e'nin değeri negatif olacaktır. Negatif işaret, basma gerilmesi değeri ele alınırken yok sayılır ve ifade edilmez [10].



Çizelge 5.2. Basmadaki Tipik Mühendislik Gerilme-Deformasyonu

$\sigma = Ee$

Basma deneyinde, çekme deneyinin tersine kesit alanında bir artış olmaktadır. Çekme testine göre uygulanan yük daha çabuk artar, bu da mühendislik gerilmesini daha yüksek bir değere yükseltir [13].

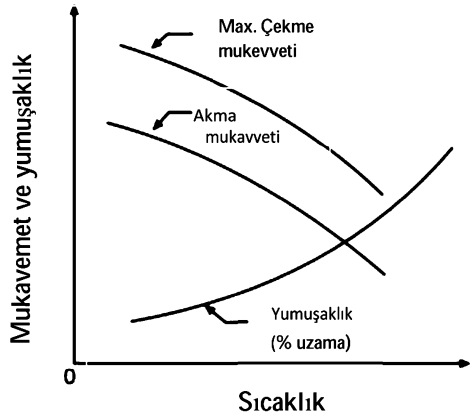
Basma deneyinde oluşan diğer bir farklılık da gerilmedeki artışa nispeten bir katkıda bulunulmasıdır. Bu da silindirik numune sıkıştıkça plakalarla temasta olan yüzeylerdeki sürtünmenin artmasından kaynaklanır. Deney esnasında bu sürtünme sebebiyle ek bir enerji harcanmaktadır. Bu da daha fazla uygulama kuvvetine ihtiyaç doğurur. Aynı zamanda mühendislik gerilmesinde de artış meydana gelir. Bası deneylerinde ve derin çekme operasyonlarında, malzemenin yağlanmasıyla, sürtünme önlenmeye çalışılır [11].

Ayrıca numunenin tam merkezindeki kesit alanındaki artış, uçlardaki artıştan fazladır. Bu da malzemenin fıçı biçiminde bir ovallik almasına yol açar [10].

Bu iki deneyde, mühendislik gerilmesi-deformasyonu eğrilerinde her ne kadar farklılıklar olsa da, gerçek gerilme-deformasyon verileri ele alındığında, ilişkiler aşağı yukarı benzerlik göstermektedir. Çekmedeki K ve n değerleri basmada da uygulanabilir. Yapılması gereken incelmenin (boyun verme = necking) göz ardı edilmesidir. Basmada ise, uzun ve ince bölgelerdeki burkulma ve burulma, çekmedeki incelmeye (necking) benzetilebilir [10].

5.5.3.2 Sıcaklığın Özellikler Üzerindeki Etkisi

Sıcaklık, malzemenin hemen hemen tüm özelliklerinde belirgin etkilere sahiptir. Ürünler tasarım aşamasında iken, ortaya çıkacak olan parçaların çalışacakları ortamdaki sıcaklık hesaplanarak gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Yüksek sıcaklıkta malzemeler, daha düşük dayanıma sahiptirler. Metaller için genel ilişki Çizelge 5.3'de görülmektedir. Buna göre, çoğu metal sıcak ortamda çok daha rahat işlenebilir [10].

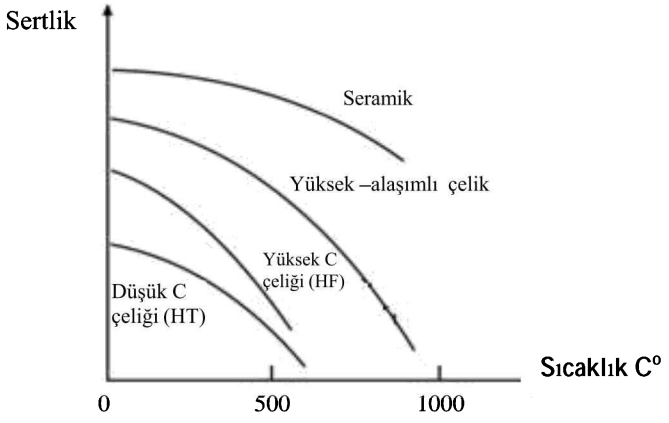


Çizelge 5.3. Sıcaklığın Metallerin Özelliklerine Etkisi

5.5.3.2.1 Sıcak Dayanım ve Sertlik

Yüksek sıcaklıkta dayanım ve sertliğin muhafaza edilmesi özelliği Sıcak Sertlik olarak adlandırılır. Sıcaklığa dayanım ve sertlik, malzemenin yükseltilen sıcaklıklarda dayanımını (mukavemetini) koruyabilme kabiliyetidir. Çelikler, sıcaklığa dayanım ve sertlik özelliklerinin geliştirilmesi için alaşımlandırılırlar. Seramikler, yüksek sıcaklıkta üstün özellikler sergiler. Bu malzemeler yoğun olarak, türbin parçaları, kesici aletler ve sıcağa dayanıklı uygulamalarda kullanılırlar. Örneğin uzay mekiklerinin gövdelerinde seramik yapı kullanılır. Bu da atmosfere yüksek hızda giriş sağlanırken oluşan sürtünmeye dayanımı artırır [13].

İyi derecede sıcaklığa dayanım ve sertlik, üretim teknolojisinde kullanılan çeşitli aletler için de istenen özelliktir. Belirgin sayıda ısı enerjisi ve metal işleme operasyonlarında bu tip yüksek sıcaklığa dayanıklı aletler kullanılmaktadır [10]. Çizelge 5.4.'de çeşitli malzemelerin sıcaklık sertliği görülmektedir.



Çizelge 5.4. Çeşitli Malzemelerin Sıcaklık Sertlikleri Değişimi

5.5.3.2.2 Rekristalizasyon Sıcaklığı

Çoğu metal, oda sıcaklığında akış eğrisindeki plastik bölgeye göre davranış gösterirler. Metal deforme olduğunda, deformasyon sertleşmesi prensibine göre dayanımında artış olur (deformasyon sertleşmesi üssü $n > 0$).

Eğer metal, yeterli sıcaklığa kadar ısıtılır ve daha sonra deforme edilirse, deformasyon sertleşmesi oluşmaz. Aksine yeni tane yapıları oluşur. Bu taneler deforme olmamıştır ve metal mükemmel plastik malzeme özelliğinde davranış gösterir. Bu da deformasyon sertleşmesi üssü n=0 olduğu noktadır. Bu deformasyona uğramamış yeni tane yapılı oluşum Rekristalizasyon olarak adlandırılır. Bu oluşumun meydana geldiği sıcaklık da yaklaşık olarak ergime noktasının yarısıdır. ($0.5\ T_m$) Bu da Rekristalizasyon Sıcaklığı olarak adlandırılır. Rekristalizasyon zaman alır. Belirli bir metal için rekristalizasyon sıcaklığı, yeni tane yapılarının tamamen oluşumunun sağlandığı yaklaşık bir saatlik süreçteki sıcaklıktır.

Rekristalizasyon, sıcaklık bağımlı bir metal karakteristiğidir ve üretimde uygun olarak kullanılır. Metali rekristalizasyon sıcaklığına ısıtarak, dayanımı yeterli miktarda azaltılır ve yumuşaklığı artırılır. İşlem esnasında uygulanacak güç ve kuvvetler belirgin oranda azalır. Metalleri rekristalizasyon sıcaklığı üstünde işlemek, Sıcak Şekillendirme olarak bilinir [10,13].

5.5 3.2.3 Metal İşleminde Davranışlar

Tahmin edilen metal davranışları, Gerilme-Deformasyon eğrisinden elde edilebilir. Eğrideki plastik bölge esas olarak incelenmelidir. Çünkü metal, bu işlemler esnasında plastik olarak ve kalıcı bir deformasyona uğramaktadır [10].

Bir metal için gerilme-deformasyon ilişkisi, incelme noktasının altında bir elastisite ve bunun üzerinde bir deformasyon sertleşmesi sergiler.

Bu plastik bölgede, metalin **gerilme-gerinme ilişkisi**:

$$\sigma = K.\epsilon^{n} \qquad (9)$$

K sabiti: Dayanım katsayısı (MPa)
n parametresi: Deformasyon sertleşmesi üssü
$\in$: Gerçek deformasyon (true deformation)

Akış şemasındaki gerilme ve deformasyon, gerçek gerilme ve gerçek deformasyondur. Soğuk işlemde, akış şeması genel olarak metalin plastik davranışını belirten bir ilişkidir [10]. Buradaki K ve n değerleri, oda sıcaklığında metaller için bilinir.

5.5.3.2.4 Akma Gerilmesi

Akma gerilmesi, metali akma halinde tutabilmek için deformasyonunu devam ettirebilecek gerekli olan değerdeki ani gerilmedir [1]. Bu aynı zamanda deformasyonun da bir fonksiyonu olarak metalin incelme dayanımı şeklinde aşağıdaki Eşitlik (10) ile sağlanır,

$$Y_f = K \epsilon^n \qquad (10)$$

Y_f = Akma gerilmesi (MPa)

Örneğin, dövme işlemlerinde basma esnasındaki ani kuvvet, akış gerilme değerinden faydalanılarak saptanabilir. Maksimum kuvvet, dövmenin son darbesindeki son deformasyon sonuçlarına dayanarak, akış gerilimi üzerine hesaplanabilir [13].

Diğer durumlarda, bu analizler deformasyon esnasındaki ani veriler yerine, ortalama gerilmeler ve deformasyonlar üzerine yapılabilir. Ekstrüzyon bunun bir örneğidir. Metal yavaş yavaş deformasyon sertleşmesine uğrar. Buradaki deformasyonu analiz ederken ortalama akış gerilmesi üzerine çalışılmalıdır.

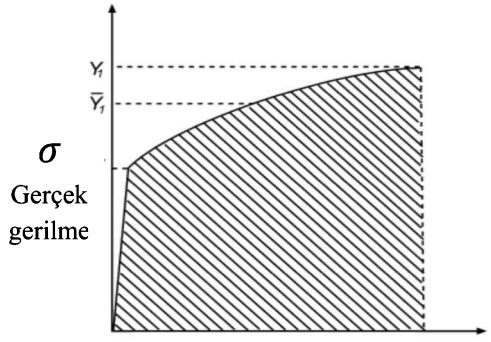
5.5.3.2.5 Ortalama Akma Gerilmesi

Bu gerilme, Gerilme-Deformasyon eğrisi üzerinde deformasyonun başlangıcından maksimum değere ulaştığı ana kadarki deformasyon ele alınarak ortalama olarak hesaplanır. Çizelge 5.5'de ifade edilmiştir.

$$Y_f = (K \epsilon^n) / (1 + n) \qquad (11)$$

Y_f : Ortalama akma gerilmesi (MPa)

ϵ : Maksimum deformasyon değeri



Çizelge 5.5. Ortalama Akma Gerilmesi

5.5.3.3 Metal Şekillendirmede Sıcaklık

Özellikle soğuk şekillendirme operasyonları için, akış eğrisi, plastik deformasyondaki metalin gerilme-deformasyon davranışının bir göstergesidir. Herhangi bir metal için, K ve n değerleri sıcaklığa bağımlıdır. Hem dayanım hem de deformasyon sertleşmesi, yüksek sıcaklıkta azalma gösterir. Buna ek olarak, malzemedeki uzama oranı sıcaklık arttıkça artar. Bu özellik değişiklikleri önemlidir, çünkü herhangi bir işlem, daha düşük kuvvet ve güçle yükseltilen sıcaklıklarda gerçekleştirilebilir.

Üç çeşit işlem sıcaklık sıralaması vardır. Soğuk, orta sıcaklık (Ilık) ve sıcak olarak sıralanabilir. Diğer bir tabirle, malzemeler soğuk, ılık veya sıcak çekme ya da basma operasyonlarına tabi tutulabilirler [10,13].

5.5.3.3.1 Soğuk Şekillendirme

Oda sıcaklığında ya da biraz üzerindeki sıcaklıklarda yapılan şekillendirme türüdür. Soğuk şekillendirmenin sıcak şekillendirmeye göre belirgin avantajları:

- Daha yakın tolerans değerlerine sahip, daha doğru sonuçlar elde edilmesi,
- Daha düzgün yüzey işlemi,
- Deformasyon sertleşmesinin parçadaki dayanım ve sertliği arttırması,
- Deformasyon sırasındaki tane akışının, elde edilecek üründeki istenilen özelliklere ulaşılmasında avantaj sağlaması,
- Isıtma işlemine gerek duyulmaması

Dezavantajları ise;

- Daha yüksek kuvvet ve güce ihtiyaç duyulması,
- Çalışılacak olan parçanın yüzey temizliğini ve pürüzsüzlüğünün sağlanması,
- Metalin esneklik derecesi ve deformasyon sertleşmesi, uygulanacak olan işlemi etkiler ve sınırlar.

5.5.3.3.2 Orta Sıcaklıkta (Ilık) Şekillendirme

Rekristalizasyon sıcaklığının altında ve oda sıcaklığının üstünde yapılan işlemlerdir. Soğuk ve ılık şekillendirme arasındaki belirgin ayrım çizgisi, metal için, ergime noktası süreci olarak ifade edilebilir. Bu çizgi yaklaşık olarak, 0.3 T_m'dir [10].

Soğuk şekillendirmeye göre avantajları:

- Daha az kuvvet ve güce gerek duyulması,
- Daha karmaşık geometrik çalışmaların mümkün olması.

5.5.3.3.3 Sıcak Şekillendirme

Rekristalizasyon sıcaklığının üstündeki işlemlere denir. Bu sıcaklık yaklaşık olarak 0.5 Tm'dir. İşlenecek metal, sıcaklık 0.5 Tm'nin ötesine geçtiğinde yumuşama gösterir. Tabiki yüksek ısıda ergime gibi istenmeyen sonuçlarda ortaya çıkabilir. Bu sebeple bu sıcaklık genelde, 1.5 Tm ve 0.75 Tm arasında muhafaza edilmeye çalışılır. Sıcak işlemin diğerlerine göre en büyük avantajı, metalde plastik deformasyonu tam olarak gerçekleştirebilmektir. Bunun başlıca sebebi de, akış eğrisindeki dayanım katsayısının oda sıcaklığından yeteri kadar düşük olması, deformasyon üssünün 0 (sıfır) olması ve metalin esnekliğinin belirgin olarak artmasıdır [10, 13].

Buna göre soğuk şekillendirmeye oranla sağlanan avantajlar:

- Çalışılan parçanın şekli istenildiği gibi belirgin bir biçimde değiştirilebilir,
- Metali deforme edebilmek için çok daha düşük kuvvetlere ihtiyaç duyulur,
- Soğuk işlemde çatlama ve kırılma eğiliminde olan metaller işlenebilir,
- Dayanım özellikleri genellikle izotropiktir (koordinat eksenine göre aynı),
- İşlemdeki sertleştirmeden dolayı parçada herhangi bir dayanım söz konusu olmaz.

Genelde işlem yüksek hızda gerçekleştirilir. Bunun sebebi de tam rekristalizasyona müsade etmemektir. Buna rağmen rekristalizasyon bazen engellenemez ve tane yapılarında değişiklik söz konusu olur. Fakat bu da beklenen sonuçlar arasındadır ve sıcak işlemin diğerlerinden ayrılmasının karakteristik unsurlarından birisidir.

5.5.3.4 İzotermal Şekillendirme

Bazı metaller alaşımlandırılmışlardır. Bunlar; yüksek hız çeliği, titanyum alaşımları ve yüksek sıcaklıklı nikel alaşımları olarak örnek gösterilebilir. Bu tip malzemelerde uygulanan işlemlerde, malzeme sıcak iken uygulanan kuvvetlerde, kullanılan tezgah yüzeylerinin soğuk olması, temas yüzeylerinden ani ısı transferine ve bu yüzden de istenmeyen deformasyon ve çatlak tarzı bozulmalara yol açmaktadır. Bunun giderilmesi için yapılan işlem ise takımlarında aynı işlem sıcaklığına kadar ısıtılmasıdır. Bu da izotermal işlemdir. Her ne kadar takım ömrünü kısaltsa da istenmeyen malzeme deformasyonlarını engellemek için bu yönteme başvurulur. En çok kullanıldığı alan ise sıcak dövmedir [10, 13].

Yüksek sıcaklıklarda yapılan basma deneylerinde, basma tablası olarak kullanılan malzemenin yüksek sıcaklığa mukavemetli ve yüksek sıcaklıkta deforme olmayan malzemelerden seçilmesi önem kazanır [7,10].

Titanyum-Zirkanyum-Molibdenum alaşımlı malzeme (TZM) veya Vanadyumlu çelikler yüksek sıcaklıklarda tercih edilirler [14].

5.5.3.5 Deformasyon Hızı ve Etkileri

Bir metalin, yüksek sıcaklıkta davranışı mükemmel plastik olarak bilinmektedir. Bu da deformasyon sertleşmesi üssü n = 0 olduğu noktadır. Bunun yanı sıra, deformasyon esnasında metallerin davranışlarını belirleyen başka bir olgu vardır. Bu da deformasyon- oranı hassasiyetidir. Deformasyon Hız Hassasiyeti olarak da adlandırılır.

Deformasyon oranı, doğrudan deformasyon hızıyla ilişkilidir. Çoğu işlemde deformasyon hızı, tahrik ekipmanının hızına eşittir.

Deformasyon Hızı,

$$\dot{\varepsilon} = v / h \qquad (12)$$

$\dot{\varepsilon}$: Gerçek deformasyon hızı (m/s/m) veya s^{-1}
h : Deforme olan parçadaki anlık boy. (Deneyin yapıldığı herhangi bir andaki boy)

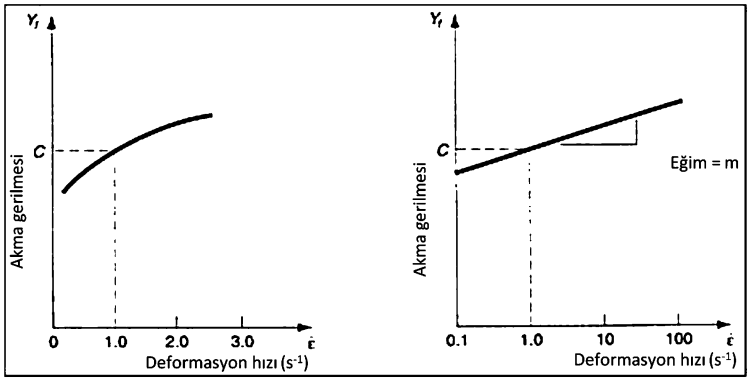
Akış gerilimi, sıcaklığın bir fonksiyonudur. Akış gerilimi, deformasyon hızına bağlıdır. Deformasyon hızının etkisi aşağıdaki grafikte görülmektedir. Deformasyon hızı arttıkça, deformasyona karşı olan direnç de artar.

Sıcak Deformasyon,

$$Y_f = C\,\dot{\varepsilon}^m \qquad (13)$$

C : Dayanım sabiti (Akış eğrisi formülünde bulunan dayanım katsayısına benzer, ancak eşit değildir.)
m : Deformasyon hızı hassasiyet üssü

C'nin değeri Çizelge 5.6.'de de görüldüğü üzere, deformasyon oranının 1.0 olduğu noktadaki değerdir. m'in de eğrideki alanı ifade ettiği görülmektedir.



Çizelge 5.6 Akma Gerilmesi – Deformasyon Hızı İlişkisi

Sıcaklığın artması, C'de azalmaya yol açar. Artan sıcaklıkla m değerinde artış olur. Oda sıcaklığında deformasyon hızı etkisi önemsiz denecek kadar azdır. Burada metalin davranışını akış eğrisi iyi bir şekilde göstermektedir. Sıcaklık arttıkça deformasyon hızı etkisi akış eğrisi belirlenirken önemli rol oynar. Sıcak işlemde malzemenin deformasyon direnci, deformasyon oranı arttıkça önemli ölçüde artar.

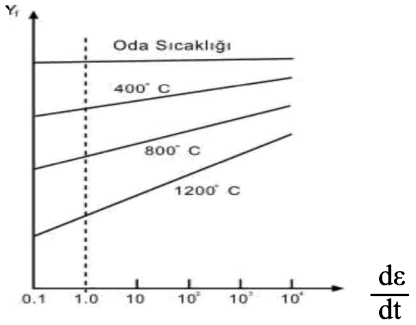
Sıcaklığa bağlı bazı işlem örnekleri, sürtünme katsayıları ve m değerleri Çizelge 5.7.'de sunulmuştur.

Soğuk – Ilık İşlemlerde
Tipik sıcaklık, Deformasyon Hızı Hassasiyeti ve Sürtünme Katsayısı Değerleri

Kategori	Sıcaklık Aralığı	Deformasyon Hızı Hassasiyet Üssü	Sürtünme Katsayısı
Soğuk İşlem	$\leq 0{,}3\ T_m$	$0 \leq m \leq 0{,}05$	0,1
Ilık İşlem	$0{,}3\ T_m - 0{,}5\ T_m$	$0{,}05 \leq m \leq 0{,}1$	0,2
Sıcak İşlem	$0{,}5\ T_m - 0{,}75\ T_m$	$0{,}05 \leq m \leq 0{,}4$	0,4 – 0,5

Çizelge: 5.7 Ergime Derecesi (T_m), Deformasyon Hız Hassasiyeti (m), Sürtünme Katsayısı (μ) İlişkileri

Çizelge 5.8.'de sıcaklığın akma gerilmesi üzerindeki etkisi şematik olarak görülmektedir.



Çizelge 5.8. Sıcaklığın Akma Gerilmesi Üzerindeki Etkisi

Hem deformasyon hem de deformasyon hızını içeren diğer bir akma gerilmesi formülü de Eşitlik (14)'deki gibidir,

$$Y_f = A\,\dot{\varepsilon}^m \epsilon^n \qquad (14)$$

A : Dayanım katsayısı (K ve C değerlerinden ortaya çıkar.)

m : Deformasyon hız hassasiyeti

n : Deformasyon sertleşmesi üssü

A, n, m değerleri sıcaklığın fonksiyonlarıdır.

5.5.3.6 Oluşan Sürtünme ve Yağlama

5.5.3.6.1 Metal İşlemede Oluşan Sürtünme

Metal işlemede kullanılan takımlar ve malzeme yüzeyleri arasındaki temas ve basınç sebebiyle sürtünme oluşur. Bunun etkileri şu şekilde sıralanabilir:

- Metal akışında oluşan gecikme çeşitli gerilmelere ve bu da üründe çarpılma etkisine yol açmaktadır.
- İşlemi gerçekleştirmek için daha fazla kuvvet ve güce ihtiyaç duyulur.
- Takımlarda aşırı ve hızlı aşınma gerçekleşir, bu da ölçülerde hata oluşmasına sebep olur [10,11,13].

5.5.3.6.2 Kullanılan Yağlayıcılar

Bu tip aşınma ve sürtünmeleri minimuma indirgemek amacıyla çeşitli yağlayıcılar kullanılmaktadır.

Yağlayıcılar sayesinde, yapışma, yüksek kuvvet gereksinimi, takım aşınması, yüzey bozukluğu ve takım ile yüzeydeki ısınma azaltılmış olur.

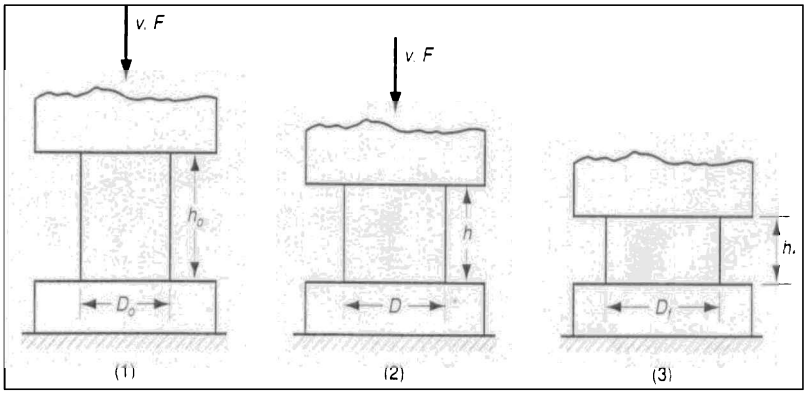
Her çeşit metal işlemesi için farklı yağlayıcılar seçilir. Bu da sürtünmenin azaltılması ile birlikte uygulamanın zorluk derecesi, yanıcı ya da parlayıcı olması, maliyet ve zehir faktörlerine dayanılarak bir seçim yapılmasını gerektirir.

Genelde soğuk işlemler için mineral yağlar, su bazlı emülsiyonlar, sabunlar ve benzerleri kullanılır. Sıcak işlem bazen, belirli malzemeler için kuru uygulanır. (Örneğin; aluminyumun ekstrüzyonu) Ancak sıcak işlemede kullanılan yağlayıcılar genelde mineral yağlar ve buna benzer patlama ve parlamaya sebep olmayan içerikli maddelerden oluşur. Su bazlı ve kimyasal olarak reaksiyona girmeyen özel yağlar kullanılır.

Aynı zamanda cam tozu, söz konusu baronnitrat gibi malzemeler de deneylerde yağlama malzemesi olarak kullanılabilir [10,11,13,14].

5.5.3.7 Açık Kalıp Dövme

Basma deneyinin özelliklerini taşır. Özünde aynısıdır.
İdeal şartlarda gerçekleşen bir dövmede, yani numune ve baskı yüzeyleri arasında sürtünmenin olmadığı ortam oluştuğunda, homojen deformasyon gerçekleşir. Buna bağlı olarak da malzemedeki boyda radyal bir akış gerçekleşir [10,13]. Şekil 5.9'da görülmektedir.



Şekil 5.9. Basma Esnasında Malzeme Boyundaki Radyal Akış

İdeal şartlarda oluşan gerçek deformasyon Eş.3.17'deki gibi ifade edilir:

$$\epsilon = \ln (h / h_0) \qquad (15)$$

h_0 : İşlenen parçanın başlangıç boyu (mm)
h : İşlenen parçanın işlemin ortalarındaki herhangi bir andaki boyu (mm)
Basma darbesi esnasında $h = h_f$ (son değer)
Gerçek deformasyon bu noktada maksimum değerine ulaşır.

Uygulanan Kuvvet

Verilen herhangi bir boydaki uygulanan kuvvet Eş.3.18'deki gibi sağlanır:

$$F = Y_f A \qquad (16)$$

F : Kuvvet (N)
A : Kesit alanı (mm^2)
Yf : Akma gerilmesi (MPa)

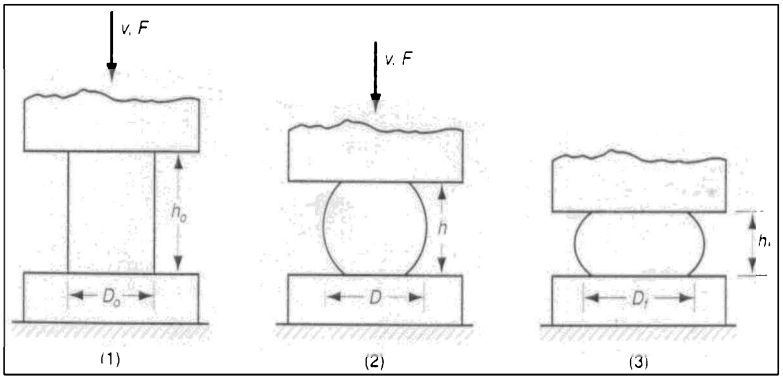
A sürekli artış gösterirken, h da düşüş gösterecektir. Bu sadece metalin mükemmel plastik olduğu durumlarda farklılık gösterebilir. (Örneğin; sıcak işlem) Bu durumda $n = 0$, $Y_f = Y$ dir. Dövme darbesinin sonunda kuvvet maksimum değere ulaşırken, alan ve akış gerilmeside maksimum değerlerine ulaşırlar.

Gerçek bir dövme ise bu şekilde gerçekleşmez. Pratik olarak ideal koşulları sağlamak mümkün olmaz. Sürtünme oluşacağında işlenen malzemede bir bombe meydana gelecektir. Sıcak parçada soğuk kalıplar temas ettiğinde, fıçıyı andıran bu deformasyon oluşur.

Sebepleri ise:

- Sıcak işlemde oluşan yüksek sürtünme katsayısı,
- Kalıp kenarlarında oluşan ısı transferi ve bunun metali soğutarak deformasyona direnç göstermesi.

Orta kısımdaki metal, uçlardaki malzemeye göre daha sıcak olduğu için daha rahat akış sağlar. Burada çap-boy oranının artışı ve parça-kalıp arayüzü alanının artışı, belirgin etkilerin görülmesini sağlar [10,11,13]. Şekil 5.10'da yeni oluşum görülmektedir.



Şekil 5.10. Sıcak Parçaya Soğuk Kalıp Temasi Sonucu Fıçılaşma

Buradan da aşağıdaki eşitlikler türetilmiştir,

$$F = K_f Y_f A \quad (17)$$

Dövme şekil faktörü, $K_f = 1 + ((0{,}4\mu D) / h)$ (18)

μ : Sürtünme katsayısı
D : Baskı tabakası ile temasta olan bölüm çapı (mm)
h : Parça boyu (mm)

5.5.3.8 Tane ve Tane Yapısı

Türlü ürünlerin imalatında kullanılan metaller, kendilerine has, özel ve rasgele düzenli kristallerden oluşur. Bunlar tanelerdir. Bunlar tek kristallerden değil birçok kristalden oluşmuştur. Yani polikristal olarak adlandırılırlar [10].

Ergimiş bir metal, katılaşmaya başladığında kristaller, birbirlerinden bağımsız olarak sıvı hacim içerisinde çeşitli yerlerde konuşlanırlar. Bu kristallerin herbiri kristal bir yapı ya da bir tane yapısı içerisinde gelişir. Tane boyut ve sayısı, nükleasyon anındaki orana, yani kristallerin oluşumundaki başlangıç anındaki safhaya bağlıdır [13].

Eğer kristal nükleasyon oranı yüksek ise, metal içerisindeki tane sayısı fazla olur. Sonuç olarak, tane boyutları küçük olacaktır. Bunun tam tersi de orantısal olarak doğrudur. Genel olarak ani soğutma küçük tane yapısına ve yavaş soğutma ise büyük tane yapısına sebep olur [6].

Büyüyen tanelerin birbirleri üzerinde etkisi olur. Bu taneleri birbirinden ayıran çizgiler, tane yapısı olarak adlandırılır. Saf metaller için bu tane yapıları tek kristalden oluşurken, alaşımlar için birden fazla kristal tane yapısını oluşturmaktadır. Tek kristal ya da tanenin davranışı anizotropiktir. Polikristal parçaların davranışları ise izotropiktir. Çünkü taneler rasgele kristalografikoryantasyon gösterirler. Özellikleri test yönü ile değişmez [2,10,11].

5.5.3.8.1 Tane Boyutu

Tane yapısı belirgin bir biçimde metallerin mekanik özelliklerini etkiler. Oda sıcaklığında büyük tane yapısı, düşük dayanım ve düşük sertlik gibi özelliklerle karşımıza çıkar. Özellikle metal levhalardaki yüzey pürüzlülüğü gözlenir [12].

Tane boyutu genellikle belli bir alanda yapılan sayıma göre, fotoğrafları çekilen malzemenin resmi üzerinde rasgele çizilen bir çizgi ile kesişme durumuna göre ya da standart grafiklerde saptanır. Bu standart ASTM (The American Society for Testing and Materials) tarafından belirlenmiştir. Tane boyutu n, tane sayısı N ile ilişkilidir. Bağıntı Eşitlik (19) şeklindedir [10],

$$N = 2^{n-1} \qquad (19)$$

Genellikle tane yapıları çok küçüktürler. 5 μm ile 8 μm arası boyuttaki taneler ince taneler olarak adlandırılır. 7 μm boyutundaki taneler metal plakalar için kabul edilir bir değerdir. Bunlar genelde otomobil gövdelerinde, mutfak gereçlerinde ve benzeri alanlarda tercih edilir. Taneler çok büyük yapıda olduklarında gözle de görülürler. Örneğin; galvanizlenmiş bir metal plaka yüzeyindeki çinko [1, 2].

5.5.3.8.2 Tane Sınırlarının Etkileri

Tane sınırlarının dayanım ve esneklik gibi özellikler üzerinde önemli etkisi vardır. Çünkü yer değişim (deformasyon) hareketlerini engellerler ve bu sınırlar deformasyon sertleşmesini etkiler. Bu etkiler, sıcaklık, deformasyon hızı ve tane sınırları boyunca var olan metalik karbitler veya malzeme hızı hatalarından kaynaklanır.

Tane sınırları, tanelere göre daha reaktiftir. Bu etkinliğin sebebi ise sınırlardaki atomlar sırasız ve daha yüksek enerjiye sahiptir. Buna göre parlatılmış yüzeyler daha pürüzlüdür.

Sıcaklık arttıkça tane sınırlarında kayma meydana gelir. Tane sınırlarında kırılganlık da mevcuttur. Düşük ergime sıcaklığı olan metallerle atomik temas halinde bulunan normal esneklik ve sertlikteki metaller, düşük gerilmelerde dahi çatlama ve kırılganlık durumuyla karşı karşıya gelirler. Örneğin; Civa-Çinko amalgam ile temas eden alüminyum, ya da yüksek sıcaklıkta kurşunla temas eden bakır. Bu olay, Katı-Sıvı kırılganlığı olarak adlandırılır [10,6].

Sıcak kısalma ise, metalin ergime noktası altındaki bir sıcaklıkta bir katkı maddesinin bölgesel olarak ergimesi sonucu oluşur. Plastik deformasyona göre yüksek sıcaklıkta, metal parçası ufalanır ve parçalara ayrılır ve tane sınırları boyunca parçalanır. Örneğin; kurşunlu çelik ve kurşunlu pirinç. Sıcak kısalmayı engellemek için, metal düşük sıcaklıklarda işlenir ve yumuşama ve tane sınırları boyunca ergime engellenir. Alaşımlı çeliklerdeki diğer bir kırılma ise tavlama kırılganlığıdır. Sebebi ise katık maddelerin segregasyonu yani tane sınırlarına doğru hareket etmesi ve yer değiştirmesidir [10].

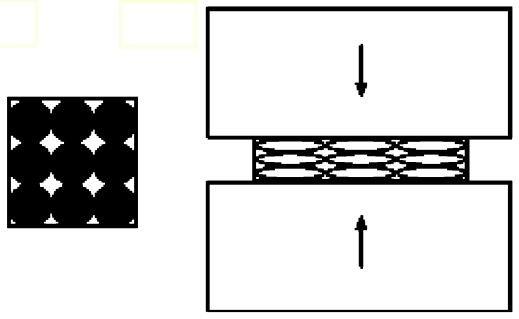
5.5.3.8.3 Polikristal Yapılı Metallerin Plastik Deformasyonu

Oda sıcaklığında plastik deformasyona uğrayan polikristal yapılı ve her yönde eş ölçülerde tane yapılarına sahip bir metalde, tane yapıları deforme olacak ve uzayacaktır. Bu bir basma ya da çekme işlemi vasıtasıyla gerçekleşebilir.

Plastik deformasyon esnasında, tane sınırları bozulmadan kalacaktır. Deforme olan metal daha dayanıklı olacaktır. Bununla beraber küçük tane yapıları ve metalin birim hacmine göre daha büyük tane sınırı alanı oluşur [10, 13].

5.5.3.8.4 Anizotropi

Plastik deformasyonun sonucu olarak, taneler bir yönde uzama göstermiştir. Yani bu metal parçası, Şekil 5.11'de de görüldüğü üzere anizotropik hal almıştır. Dikey yöndeki özellikleri, yatay yöndeki özelliklerine göre farklılık göstermektedir [13].



(a) Deformasyon öncesi (b) Deformasyon sonrası

Şekil 5.11 Anizotropik Hal

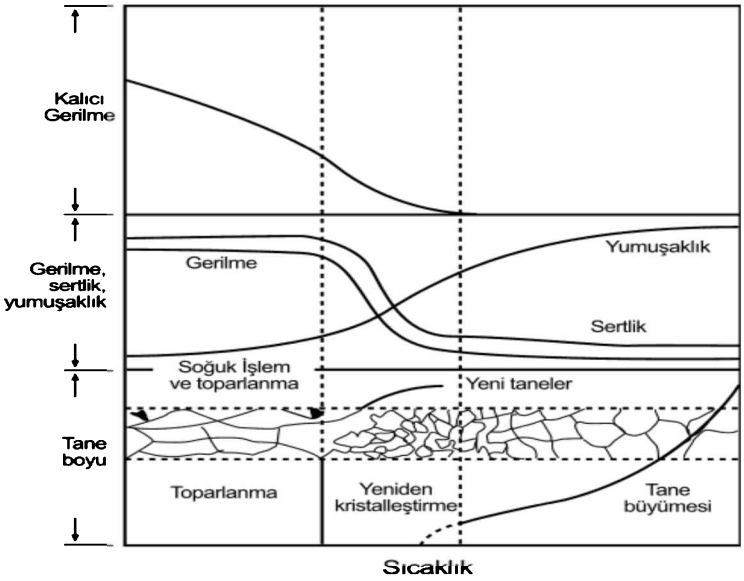
Burada, tane sınırlarının yatay konumda bulunması durumu tercih edilen oryantasyon olarak adlandırılır.

Metal işleme teknikleri tarafından üretildikten sonra çoğu ürün, mekanik özelliklerdeki anizotropiyi geliştirmektedir. Anizotropinin derecesi, metalin ne denli düzgün deforme edildiğine bağlıdır.

5.5.3.8.5 Tane Büyümesi

Metalin sıcaklığı artırılmaya devam edildikçe, taneler büyümeye başlar. Ve bu duruma bağlı olarak tane boyutları, orjinal tane boyutundan da büyük hale gelebilir. Bu olgu Tane Büyümesi olarak adlandırılır. Mekanik özelliklere de etkisi vardır. Büyük tane yapıları, metal plakalarda pürüzlü bir yüzey oluşmasına sebep olur, buna da portakal kabuğu (orangepeel) denir [6,13].

Şekil 5.12'de tane büyümesinin etkileri görülmektedir.



Şekil 5.12 Tane Büyümesinin Etkileri

Bilgi Notu:

Bu çalışmada Şevket Tunç ALNIAK'a ait master tez çalışmasından yararlanılmıştır. Malzemelerin sıcak işlem deformasyonunun modellenmesinde, M. Oktay ALNIAK'ın modelleme çalışmaları da referans olarak alınmıştır. Malzeme mühendisleri bu çalışma tekniğini yapacakları araştırmalarda örnek alabilirler.

KAYNAKLAR

1. MikellP. Groover, "Fundamentals Of Modern Manufacturing", **Prentice-HallInternational, Inc,** New Jersey, 43-463 (1996)

2. KALPAKJIAN S.,Schmid S.R. "Manufacturing Engineering and Technology 4th ed." **Prentice- HallInternational,Inc**, New Jersey, 45-428 (2001)

3. GÜRLEYİK M.Y., "Malzeme Bilgisi ve Malzeme Muayenesi 7.Baskı", (Domke W.'nin çevirisi), **KTÜ**, Trabzon, 143-200 (1988)

4. ALNIAK M.O., "Deformasyon Prensipleri ve Uygulamaları Ders Notları", **Gazi Üniversitesi**, Ankara, (1998)

5. ZEYVELİM. "Bronz Yataklar ve Deformasyon İlişkisi", Doktora Programı Projesi, **Gazi Üniversitesi**, Ankara, (1999) L., "Plastik Şekil Verme Teori ve Uygulamaları", **Birsen Kitabevi Yayınları**, İstanbul, (1984)

6. KAYALI E.S., ENSARİ C., "Metallere Plastik Şekil Verme İlke ve Uygulamaları", **İTÜ, Kimya-Metalurji Fakültesi Ofset Atölyesi**, İstanbul, (1986)

7. ALNIAK M.O., "Mühendislik Malzemelerinde Deformasyon Bünye Denklemleri, Termo-Mekanik ve Mikro-Dinamik Davranışlar", **S.D.Ü.,Fen Bilimleri Enstitüsü**, Seminer Notları, Isparta, (1996)

8. JOHSON W., MELLOR P.B., "EngineeringPlasticity", **Van Nostrand Reinhold Company Ltd.**, London, (1973)

9. ERSÜMER A., "Bakır Alaşımlarının Dökümü ve Isıl İşlemleri" **İTÜ Gümüşsuyu Matbaası,** İstanbul, 67-230 (1976)

10. TULGAR H.E., "Demirden Gayri Metaller Metalurjisi", (DENNIS W.H.'nin çevirisi), **İTÜ Gümüşsuyu Matbaası**, İstanbul, 96-222 (1974)

11. ANVER S.H., "Introduction to Physical Metallurgy 2nded", **McGraw-Hill Company, Özgün Publishing Inc.**, Ankara, (1984)

12. LUBAHN J.D., FELGAR R.P., "Plasticity and Creep Of Metals", **John Willey&Sons Inc.**, New York, (1961)

13. TEKİN E., "Demirdışı Metaller ve Alaşımlarının Uygulamalı Optik Metalografisi", **SEGEM Sınai Eğitim ve Geliştirme Merkezi Yayınları**, Ankara, 239-340

14. BEDİR F., "Alüminyum Alaşımlarının Plastik Deformasyonunun Modellenmesi", Doktora Tezi, **SDÜ Süleyman Demirel Üniversitesi**, (1998

15. ALNIAK M.O., "Malzemelerin Plastik ve Süperplastik Davranışlarında Bünye Denklemleri, Toz Metalurjisi Süper Alaşımı Rene95'in Sabit Dövme Sıcaklığındaki Deformasyonu ile Mikroyapısal Değişikliklerinin Modellenmesi" Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi**, (1990)

16. YILMAZ F., "Ders Notları", Sakarya Üniversitesi

MALZEME BİLİMİ ARAŞTIRMA KONULARI

1) Süper iletkenleri tanımlayınız ve sıcaklıkla iletkenliğin değişimini açıklayınız.
2) Malzemelerin Gerilme – Gerinim eğrisine sıcaklığın etkisi nasıldır ?
3) Malzemenin mekanik özellikleri nelere bağlıdır ?
4) Bir numuneye dövme yöntemi ile şekil verilirken fıçılaşma meydana geliyor. Bunun sebepleri nelerdir açıklayınız.
5) Martenzit faz dönüşümünü anlatınız.
6) Temperleme nedir ve neden yapılır?
7) Toz metalurjisi işlemlerinin adımları nedir?
8) Lazer ışını ile işleme yöntemini üstün kılan özelliklerden bir kaçını sayınız.
9) Alüminyum alaşımları için çözeltiye alma ısıl işlemi yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar nelerdir ?
10) Alüminyum ısıl işlem terminolojisinde O, H, W, T harfleri hangi anlamlara gelir?
11) Bakır–Nikel alaşımları hangi özelliklere sahiptir? Bu özellikler sayesinde nerede kullanılır? Bu özelliklerin sağladığı en büyük fayda nedir ?
12) Bir dövme alüminyum alaşımının Alclad malzeme olarak üretilmesinin ürüne kazandırdığı avantaj nedir? Alclad malzeme nasıl üretilir ? (Alclad: Korozyona uğrayan dayanıklı AL uçak malzemesi)
13)Yüksek sıcaklıklarda kullanılacak malzemelerde neden titanyum tercih edilmektedir ?
14) Geçmişe bağımlı malzeme ne demektir? Açıklayınız.
15) TIG (Tungsten İnert Gaz Kaynağı)' nın dezavantajları nelerdir ?
16) Deformasyon hızı, sıcaklık, gerilme, gerinme özelliklerini bir şekilde gösterin.
17) Demir-Demir Karbon diyagramını çizin. Karbon, sıcaklık, allotropik yapı özelliklerini işaretleyin.
18) Demir ve çelik için % C aralıklarını yazın.
19) Mühendislik ve gerçek gerilmeleri bir şekil ve birer formülle ifade edin.
20) Malzemelerin yorulma direnci, kırılma direnci, sürünme direnci ile sıcaklık ve tane yapıları arasında ilişki kurun.
21) Genel bir deformasyon mekanizması tanımlayınız.
22) Normalleştirme, tavlama, küreleştirme ve ısıl işlem bölgelerini bir şekilde gösteriniz. Karbon ve sıcaklık için kesin rakam yazınız.
23) Soğuk ve sıcak şekillendirme için bir tanım yapınız.
24) Paslanmaz çeliklerin kaynak işlemi hakkında bilgi veriniz.
25) Sıcaklık ve difüzyon hızı arasında bir ilişki kurunuz.

M. Oktay ALNIAK

E) MALZEME BİLİMİ ÇÖZÜLMÜŞ PROBLEMLER:
HAZIRLAYAN: Prof. Dr. M. Oktay ALNIAK

1) Malzemeye 10 kgf kuvvet etki ettiriliyor. Malzemenin maksimum dayanımı 40 kgf/cm^2 dir. Kuvvetin etki ettiği asgari alanı bulunuz.

A) 40 **B)** 1 **C)** 25 x 10^{-2} **D)** 4

Cevap: D

2) Malzemeye bir kuvvet etki ettiriliyor. Boysal daralma 0,1 cm, malzemenin mühendislik deformasyon yüzdesi e = 0,4 olduğuna göre malzemenin kısalmış boyunu bulunuz.

A) 15 x 10^{-2} **B)** 15 x 10^{-3} **C)** 25 x 10^{-2} **D)** 15 x 10^{-1}

Cevap: A

3) Demir esaslı mühendislik malzemelerine örnek; demir ve çeliktir. Akma sınır deneylerinde gözlemlenemeyen malzemenin akma sınırı grafik ile bulunur. Offset akma sınırı olarak isimlendirilen bu sınır için deformasyon limiti % nedir?

A) %1 **B)** %2 **C)** %0,2 **D)** %5

Cevap: C

4) Malzemeye 1600 MPa gerilme etki ediyor. Malzemede 16 x 10^{-4} deformasyon meydana geliyor. Malzemenin elastik sabitini bulunuz.

A) 1 GPa **B)** 12 GPa **C)** 68,5 GPa **D)** 1000 GPa

Basınç ve gerilme birimleri aşağıdadır.
101325 Pa = 1 atm
98100 Pa = 1 kgf / cm^2
1 atm = 1,03 kgf / cm^2
10^5 Pa = 1 bar
10^6 Pa = 1 MPa
1 MPa = 10 bar
1 atm = 1,013 bar
10^3 MPa = 1 GPa

Çözüm:

$\sigma = E \times e$

$1600\ MPa = 16 \times 10^{-4} . E$

$$E = \frac{\sigma}{e} = \frac{1600}{16 \times 10} = 100 \times 10^4 = 10^6\ MPa = 10^3\ GPa$$

Cevap: D

5) Malzemeye $450 \times 10^6\ N / m^2$ gerilme etki ediyor. Malzemenin üzerine gelen yük 57900 N ise bu yüke dayanacak asgari çapı bulunuz.

A) 1,3 mm **B)** 2,7 mm **C)** 13 mm **D)** 150 mm

Çözüm:

$$45 \times 10^7 \frac{N}{m^2} = \frac{57900\ N}{\frac{\pi . D^2}{4}}$$

$$D^2 = \frac{57900\ N}{45 \times 10^7 \frac{N}{m^2} \times \frac{\pi}{4}}$$

$$= \frac{13}{10^3} = 13\ mm$$

Cevap: C

6) α demiri aşağıdaki hangi yapı ile bilinir ?

A) BCC **B)** FCC **C)** HCP **D)** Amorf

Cevap: A

7) Demirlerde % 6,5 C, çeliklerde % 2 C en çok müsaade edilen karbon oranıdır. Aşağıdakilerden hangisi % 0,025 karbonlu demir alaşımıdır?

A) γ **B)** α **C)** Delta **D)** CM

Cevap: B

8) Aşağıdakilerden hangisi kompozit malzemenin tanımıdır ?
A) İki veya daha fazla sayıdaki aynı veya farklı gruptaki malzemelerin, en iyi özelliklerini bir araya toplamak ya da ortaya yeni bir özellik çıkarmak amacıyla birleştirilmesiyle oluşan malzemelere denir.
B) Herhangi bir işlemden geçmeden dövülebilen ve genellikle %1,7'den fazla karbon içermeyen bir demir-karbon alaşımıdır.
C) Isı ve basınç etkisiyle biçim verilen, organik veya sentetik olarak yapılan maddeye denir.
D) Genelde silisyum oksit; alkali veya toprak alkali oksitler ve az bir oranda da renk verici oksitlerin karışımından meydana gelen maddedir.

Cevap: A

9) Aşağıdakilerden hangisi refrakter malzemelerin özelliklerinden değildir?
A) Sıcaklığa dayanıklılık gösterirler.
B) Yüksek basınçta süneklik gösterirler.
C) Sıcaklık değişimleri yoğunluklarını etkilemez.
D) Metalürjik işlemlerde kullanılan refrakter malzemeler yüksek fırınlarda kullanılır.

Cevap: B

10) Aşağıdaki çeliklerin içinde bulunan elementlerden hangisi çelik malzemeleri korozyona karşı korumaktadır ?
A) Krom
B) Fosfor
C) Manganez
D) Karbon

Cevap: A

11) Aşağıdaki yöntemlerden hangisi otomotiv sanayisinde paslanmayı önler ?
A) Otoklav metodu
B) Profil çekme
C) Reçine kalıplama
D) Püskürtme boyama

Cevap: D

12) Demir-karbon faz diyagramında A_1 doğrusu aşağıdaki hangi °C dereceden geçer?
A) 612 °C
B) 1130 °C
C) 721 °C
D) 210 °C

Cevap: C

13) Suyun donma noktası kaç Fahrenhayt (°F) derecedir ?
A) 0 °F **B)** 65 °F **C)** 32 °F **D)** 180 °F

Çözüm:

$°C = 5/9\ (°F - 32)$

$°C = \frac{5}{9}\ (°F - 32)$

$°C = 32\ °F$

Cevap: C

14) Aşağıdakilerden hangisi östenitik çeliğin özelliğidir?
A) Yumuşaktır
B) İnce tanelidir
C) Kalın tanelidir
D) Serttir

Cevap: B

15) %0.50 C' lu çelik AISI normunda hangi şekilde bilinir?
A) 1010 **B)** 1020 **C)**1050 **D)** 1070

Cevap: C

16) Sade karbonlu çelikler SAE normunda hangi çelik standardıyla ifade edilir?
A) 11XX **B)** 41XX **C)** 10XX **D)** 33XX

Cevap: C

17) St42 çeliğine eşdeğer olan SAE çeliği hangisidir ?
A) SAE1010 **B)** SAE1020 **C)** SAE1030 **D)** SAE1040

Cevap: B

18) %2'den fazla karbon içeren Fe esaslı malzemeler hangi sınıfa girerler?
A) Alaşımlı Çelikler
B) Yüksek Karbonlu Çelikler
C) Dökme Demirler
D) Orta Karbonlu Çelikler

Cevap: C

19) Genelde dökme demirlerde C yüzdesi hangi aralıkta olur ?
A) %1 2 **B)** %2 3 **C)** %3 4,5 **D)** %4,5 7,5

Cevap: C

20) Dökme demirlerin basma mukavemeti için doğru olanı işaretleyiniz.
A) Çeliklerle aynıdır
B) Çelikten daha düşüktür
C) Çelikten daha yüksektir
D) Çeliklerle mukayese edilemez

Cevap: C

21) Bakır ve çinko alaşımına ne isim verilir?
A) Pirinç
B) Bronz
C) Kalay bronzu
D) Dişli malzemesi

Cevap: A

22) Aşağıdakilerden hangisi toz metalürjisi süper alaşımlarının temel özelliklerinden değildir ?
A) Paslanmaya dayanıklıdır
B) Sıcaklığada dayanıklıdır
C) Oksidasyona dayanıklıdır
D) Yüksek mukavemetlidir

Cevap: D

23) Aşağıdakilerden hangisi toz metalürjisi süper alaşımlarının temel malzemesidir?
A) Çelik
B) Bakır
C) Alüminyum
D) Nikel

Cevap: D

24) Aşağıdakilerden hangisi oksit-karbür-nitrür cinsleri ile tanınırlar ?
A) Asal metaller
B) Titanyum alaşımları
C) Magnezyum alaşımları
D) Seramikler

Cevap: D

25) Aşağıdakilerden hangisi dielektrik malzemelerin özelliğidir ?
A) Elektriği iletir
B) Elektriği çok iyi iletir
C) Elektriği hiç iletmez
D) Elektriği az iletir

Cevap: C

26) Seramikler en çok nerede kullanılır?
A) Fırında kullanılır
B) Potada kullanılır
C) Bardakta kullanılır
D) Elektrik izolatörlerinde kullanılır

Cevap: D

27) Termosetler pişirmeden sonra kaç kere eritilir ?
A) Bir defa eritilir
B) Çok defa eritilirler
C) Eritilmezler
D) 3 defa eritilir

Cevap: C

28) Doğal kauçuk aşağıdakilerden hangisinden elde edilir ?
A) Petrol
B) Ağaç
C) Naylon
D) Sanayi ürünleri

Cevap: B

29) Polyamid 6 (Poliamide 6) piştikten sonra emsal naylonlara göre daha belirgin özelliği aşağıdakilerden hangisidir?
A) Yumuşaktır
B) Kırılgandır
C) Serttir
D) Sünektir

Cevap: C

30) Al_2O_3 bir alüminyum oksit tabakasıdır. En önemli vasfını seçiniz.
A) İletkendir
B) Yumuşaktır
C) Çok serttir
D) Esnektir

Cevap: C

31) Al_2O_3 'ün kullanıldığı yeri seçin.
A) Mil
B) Piston
C) Torna aynası
D) Torna kalemi

Cevap: D

32) Polyamid'in özelliğini seçin.
A) İletkenlik
B) Yalıtkanlık
C) Seramik
D) Isıya dayanıklılık

Cevap: B

33) Yüksek basınca dayanıklı çelik tüplerin uzama yüzdesi imalat öncesi nasıl olmalıdır ?
A) Az elastik olmalıdır
B) Çok sert olmalıdır
C) Plastik deformasyona uygun olmalıdır
D) Elastik deformasyona uygun olmalıdır

Cevap: C

34) Kompozit malzemede karbon fiber malzemenin amacını seçiniz.
A) Sertliği artırır
B) Mukavemet artırır
C) Polyamid amaçlı kullanılır
D) Naylon amaçlı kullanılır

Cevap: B

35) En iyi elektrik iletkenliği olan malzeme aşağıdakilerden hangisidir ?
A) Altın
B) Bakır
C) Demir
D) Gümüş

Cevap: D

36) En kötü ısıl iletkenliği olan malzeme aşağıdakilerden hangisidir ?
A) SiO_2
B) Petrol ürünleri
C) Altın
D) Bakır

Cevap: B

37) Aşağıdakilerden hangisi kompozit malzemelerin ana kullanım amacıdır?
A) Yüksek mukavemetlidir
B) Korozyona dayanıklıdır
C) Isıya dayanıklıdır
D) Ekonomiktir

Cevap: A

38) Süper iletkenlik hangi hallerde görülür ?

A) Düşük sıcaklıkta (-5 ^oC)
B) Oda sıcaklığında (25 ^oC)
C) Yüksek sıcaklıkta (700 ^oC)
D) Suyun kaynama sıcaklığında (100 ^oC)

Cevap: A

39) Aşağıdaki sertlik ölçme birimlerinden hangisi daha yüksek sertlik değerini göstermekte kullanılır ?
A) Vickers
B) Brinell
C) Rockwell
D) Shore

Cevap: C

40) Malzemenin sıcaklığı düştükçe uzaması nasıl değişir?
A) Artar
B) Azalır
C) Değişmez
D) Uzama göstermez

Cevap: B

41) Sıcaklık malzemenin akma mukavemetini nasıl etkiler ?
A) Malzeme doğru orantılı etkilenir (artırır)
B) Malzeme ters orantılı etkilenir (azaltır)
C) Malzeme logaritmik etkilenir (logaritmik artırır)
D) Malzeme etkilenmez (fark etmez)

Cevap: B

42) Deformasyon hızı $\dot{\varepsilon} = 10^{-4}\ sn^{-1}$ ne demektir ?
A) Deformasyon yoktur
B) Gerilim miktarı fazladır
C) 1 sn / 10000
D) 1 / 10000 sn

Çözüm:

$$10^{-4}\ sn^{-1} = \frac{1}{10000\ sn} = \frac{1}{10000\ sn} \times \frac{3600\ sn}{1h}$$

$$= \frac{1}{\frac{10000\ sn}{3600\ sn} \times 1\ saat} = \frac{1}{2.77\ saat}$$

Açıklama:
Bu ne demektir? 2 saat + 0.77 saat x $\frac{60\ dk}{1\ saat}$ = Deney 2 saat 46.2 dk sürüyor.

Cevap: D

43) Deformasyon hızı ($\dot{\varepsilon} = 1\ sn^{-1}$) aşağıdakilerden hangisidir.

A) $\dot{\varepsilon} = \frac{d(\varepsilon)}{dt}$ **B)** $\dot{\varepsilon} = \frac{dt}{d(\varepsilon)}$ **C)** $\dot{\varepsilon} = \frac{dx}{d(\varepsilon)}$ **D)** $\dot{\varepsilon} = \frac{d(\varepsilon)}{dx}$

Cevap: A

44) Aşağıdaki simgelerden hangisi deformasyonun zamana göre değişimini gösterir?

A) E **B)** $d\varepsilon$ **C)** $\acute{\varepsilon}$ **D)** ε^{-1}

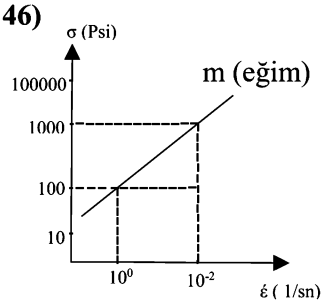
Cevap: C

45) $\dot{\varepsilon}$ ne demektir ? Sembol üzerinde nokta vardır.

A) ε **B)** $\frac{d(\varepsilon)}{dt}$ **C)** ε^{-1} **D)** ε^{2}

Cevap: B

46)



Deformasyon hızı $\dot{\varepsilon}_1 = 10^2\ sn^{-1}$, çekme mukavemeti σ_1 = 20.000 psi ve deformasyon hızı $\dot{\varepsilon}_2 = 10^0 s^{-1}$ gerilme σ_2=100 psi olan bir gerilme-deformasyon hız grafiğini logσ ve log$\dot{\varepsilon}$ olarak çizilmiştir. Deformasyon hız hassasiyetini (eğimi) bulunuz.

Açıklama: Bu grafikte eğim, deformasyon hız hassasiyetini (m) tanımlar. Bu eğimin değerini aşağıdan seçiniz.
Eğim (m) = (logσ_2 – logσ_1) / (log $\dot{\varepsilon}_2$ - log$\dot{\varepsilon}_1$) formülünü kullanınız. Deformasyon hızı için $\dot{\varepsilon} = d\varepsilon / dt$ formülü kullanılır. 1 ve 2 deformasyon deneyindeki başlangıç konumunu ve deneyin son konumunu belirtir.

A) $\alpha = 1$ **B)** $\alpha = 45$ **C)** $\alpha = 66.5$ **D)** $\alpha = 225$

Çözüm:
Bu verileri kapsayan bir grafik çiziniz.

$$\tan\alpha = \frac{\log\sigma_2 - \log\sigma_1}{\log\acute{\varepsilon}_2 - \log\acute{\varepsilon}_1} = \frac{\log 20000 - \log 100}{\log 100 - \log 10} = \frac{4{,}3 - 2}{2 - 1} = 2{,}3$$

$\tan\alpha = 2{,}3$ ise $\alpha = 66.5^o$ $\tan\alpha = m$

m = Deformasyon hız hassasiyeti

Cevap: C

47) Kırılma deneyinde malzemelerin düşük sıcaklıkta absorbe edeceği enerji ile malzemelerin hangi özelliği ölçülür ?
A) Elektrik direnci
B) Uzama direnci
C) Eğilim direnci
D) Kırılma direnci

Cevap: D

48) Malzemelerin kırılmaya karşı dayanıklılık "tokluk" değeri aşağıdakilerden hangi birimle ölçülür ?
A) kgf.m **B)** foot **C)** kg **D)** m

Cevap: A

49) Malzemelerin kırılmaya karşı dayanım enerjisi kritik düşük sıcaklıklarda nasıl değişir?
A) Artar
B) Azalır
C) Ani artış gösterir
D) Ani azalış gösterir

Cevap: D

50) Mühendislik malzemelerinin kritik sıcaklıklarından olmayanı seçiniz.
A) Kristalizasyon sıcaklığı
B) Deney sıcaklığı
C) Ergime sıcaklığı
D) Allotropik değişim sıcaklığı

Cevap: B

51) Soğuk ve sıcak deformasyon için homologous sıcaklık bir mukayese vasıtasıdır. H ile gösterilir. Homologous sıcaklık aşağıdakilerden hangisidir ?

A) T_{test} / T_e T_e = Ergime sıcaklığı

B) T_e / T_t T_t = Deney sıcaklığı

C) T_r / T_e T_r = Rekristalizasyon sıcaklığı

D) T_e / T_r

Cevap: A

52) Malzemenin zamana bağlı deformasyonunda; grafikte sürünme hızı (creep rate) eğimi hangisidir?

A) $\frac{d}{dt}$ **B)** $\frac{d^2t}{dt^2}$ **C)** $\frac{d\sigma}{dt}$ **D)** $\frac{d\varepsilon}{dt}$

Cevap: D

53) Malzemenin kopma dayanımı ömrü (rapture life), malzemenin sürünme deneyinde genel olarak aşağıdaki hangi birimle ölçülür ?

A) Saniye

B) Dakika

C) Saat

D) Salise

Cevap: C

54) Malzemenin aşağıdaki özelliklerinden hangisi fiziksel bir özelliği değildir?

A) Termal

B) Elektriksel

C) Optik

D) Kimyasal yapı

Cevap: D

55) Malzemenin bir atomunun yer değiştirmesi için gereken enerji aşağıdakilerden hangisidir?
A) Isı enerjisi
B) Aktivasyon enerjisi
C) Özgül ısı
D) Kırılma enerjisi

Cevap: B

56) α demirinin allotropik yapısı nasıldır?
A) BCC **B)** FCC **C)** HCP **D)** Amorf

Cevap: A

57) γ (gama) demiri için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
A) Isıya dayanıklıdır **B)** Manyetiktir
C) Anti manyetiktir **D)** BCC yapıdadır

Cevap: C

58) Elastik deformasyon için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
A) Kalıcıdır
B) Geçicidir
C) Büyüktür
D) Küçüktür

Cevap: B

59) Plastik deformasyon için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
A) Kalıcıdır
B) Geçicidir
C) Büyüktür
D) Küçüktür

Cevap: A

60) Bir malzemenin tüm özellikleri tüm yönlerde aynı ise malzeme izotopik malzemedir. O halde;
$\frac{dx}{dy} = -\frac{dz}{dx} = -\frac{dy}{dz} =$ 0,33 olan mühendislik malzemeleri aşağıdakilerden hangisidir?
A) İzotropiktir
B) Elastiktir
C) Plastiktir
D) Anizotropiktir

Cevap: A

61) Malzemenin tanım standardizasyonu kapsamında; malzeme poisson oranı (izotropi) hangi sembol ile gösterilir? (Nü okunur)
A) α
B) β
C) γ
D) ν

Cevap: D

62) Malzemede çekme veya basma deneyinde kaymalar nerede olur?
A) Kayma düzleminde
B) Atomlar arasında
C) Dislokasyonlar arasında
D) Yörüngede

Cevap: A

63) Hacim merkezli kübik (BCC) allotropik yapıdaki bir kristalde kaç atom bulunur?
A) 1 **B)** 2 **C)** 3 **D)** 4

Cevap: B

64) Yüzey merkezli kübik (FCC) allotropik yapıdaki bir kristalde kaç atom bulunur?
A) 1 **B)** 2 **C)** 3 **D)** 4

Cevap: D

65) YMK bir kristalin köşesinde bulunan bir atomun kristal içindeki hacimsel oranı ne kadardır?
A) 1/10 **B)** 1/6 **C)** 1/4 **D)** 1/8

Cevap: D

66) Alüminyum için yaklaşık rekristalizasyon sıcaklığı aşağıdakilerden hangisidir?
A) Oda sıcaklığı
B) 300 °F
C) 840 °F
D) 1100 °F

Cevap: B

67) Yeniden kristalleşme sıcaklığı ile ergime sıcaklığı arasında uygun bir formülasyon seçiniz.
(T_e= Ergime sıcaklığı, T_k= Kristalizasyon sıcaklığı)
A) 0,4 x $T_e = T_k$
B) 0,1 x $T_e = T_k$
C) 1 x $T_e = T_k$
D) 2 x $T_e = T_k$

Cevap: A

68) Sıcak deformasyon aşağıdakilerden hangisidir?
A) Yeniden kristalleşme sıcaklığı üstündeki deformasyon
B) 1000 °C' deki deformasyon
C) 250 °C' deki deformasyon
D) 21 °C' deki deformasyon

Cevap: A

69) Soğuk şekil değiştirme ile mukavemet değerleri nasıl değişir?
A) Malzeme mukavemeti sabittir
B) Malzeme mukavemeti azalır
C) Malzeme mukavemeti artar
D) Malzeme sertliği azalır

Cevap: C

70) Demir – Karbon (Demir – Demirkarpit) diyagramında; 723 °C, % 0,83 ağırlık °C' un kesiştiği nokta aşağıdaki hangi isimle anılır?
A) Ferrit
B) Ostenit
C) Ötektoit
D) Sementit

Cevap: C

71) Fe_3C grafiğinde L harfi ne demektir?
A) Ferrit
B) Sıvı ergiyik
C) Katı + sıvı ergiyik
D) Katı ergiyik

Cevap: B

72) Fe_3C ne demektir?
A) Yumuşak tane
B) Demir
C) Östenit
D) Sementit

Cevap: D

73) Sementit, tanelerin neresinde bulunur?
A) Tane içindedir
B) Çekirdekte bulunmaz
C) Tane sınırında bulunur
D) Tane merkezindedir

Cevap: C

74) Isıl işlem ile çelikleri sertleştirmek için A_3 ve A_1 eğrisinin 30 C^o ile 50 C^0 üzerine çıkılır. Sonra sertleştirilecek malzemeye aşağıdakilerden hangisi yapılmaz **?**
A) Fırında bırakılır
B) Havada bırakılır
C) Suya atılır
D) Yağa atılır

Cevap: A

75) Malzemenin işlenmeden önce yumuşatılması faydalıdır. Bu amaçla tam tavlama işlemi yapılır. Haddeden çıkmış malzeme işlenmeden önce Fe3C diyagramındaki hangi ortam üzerinde ısıl işlem görür?
A) A_1 çizgisinin 30 °C altında
B) A_1 çizgisi boyunca
C) A_{cm} ve A_3 çizgilerinin 15 ile 40 °C üzerinde ısıtılır, fırında soğutulur.
D) Menevişleme çizgisi boyunca

Cevap: C

76) Tam tavlama işlemi plastik deformasyon ve talaşlı imalat için gereklidir. %0,80 C'lu olan bir çelik sertleştirme amacıyla en az kaç derecenin (°C) üzerine ısıtılır?
A) 250 °C
B) 723 °C (A_3 ve A_1 çizgilerinin 30-50 °C üzerine ısıtılır)
C) 1100 °C
D) 1200 °C

Cevap: B

77) Malzeme mukavemetini arttırmak için hangi mekanik işlem yapılır?
A) Soğuk işlem
B) Sıcak işlem
C) Karbürleme işlemi
D) Taşlama işlemi

Cevap: C

Isıl işlem ile sertleştirme yapılır. Sertleştirilen bu malzemelerin normalize edilmeleri gerekir. A_3 ve A_{cm} çizgileri üzerinde 55 – 85 °C ısıtılır. havada soğutulur.

78) Karbürleme için en uygun karbon oranı yüzdesi (%) aşağıdakilerden hangisidir?
A) 0,2
B) 0,4
C) 0,6
D) 1

Cevap: A

79) Alüminyumda T4 ve T6 olarak bilinen ısıl işlem ile malzemenin aşağıdaki hangi özellikleri kontrol edilir?
A) Ömrü
B) Parlaklığı
C) Sertliği ve mukavemeti
D) İşlenebilirliği

Cevap: C

80) Alüminyum malzemede T4 işlemi ne demektir?
A) Hızlı yaşlandırma
B) Doğal yaşlandırma
C) Suni yaşlandırma
D) Sertleştirme

Cevap: B

81) Alüminyum malzemede T6 işlemi ile hangi yaşlandırma yapılır?
A) Hızlı yaşlandırma
B) Doğal yaşlandırma
C) Suni yaşlandırma
D) Sertleştirme

Cevap: C

82) Alüminyum malzemelerden %4,4 Cu, %1,5 Mg, %0,6 Mn, içeren AA2024 duralüminyum ısıl işlemden sonra zamanla ve kullanıldıkça aşağıdakilerden hangi özelliği gösterir?
A) Yorulur
B) Yumuşar
C) Sertleşir
D) Mukavemeti artar ve sertleşir

Cevap: D

83) SAE1060 çeliğinin içindeki C miktarı ne kadardır?
A) % 0,06 **B)** %0,6 **C)** % 6 **D)** %60

Cevap: B

84) Aşağıdakilerden hangisi yüksek fırından elde edilir?
A) Küresel dökme demir
B) Beyaz dökme demir
C) Temper dökme demir
D) Gri dökme demir (Ham demir)

Cevap: D

85) Malzemenin zaman-sıcaklık değişimi ile mikro yapısı değişir. Bu işlem aşağıdaki hangi diyagramda görülür?
A) Fe_3C
B) TTT (zaman – sıcaklık – yapısal değişim)
C) Gerilme – Deformasyon
D) Gerilme – Deformasyon hızı

Cevap: B

86) Alevle yüzey sertleştirme işleminde amaç hangisidir?
A) Milin ömrünü arttırmak
B) Yatağın ömrünü azaltmak
C) Torku arttırmak
D) Mukavemeti arttırmak

Cevap: A

87) İndüksiyonla sertleşmede amaç aşağıdakilerden hangisidir?
A) Mil yüzeyini sertleştirmek
B) Mil göbeğini sertleştirmek
C) Mukavemeti arttırmak
D) Malzemeyi tavlamak

Cevap: A

88) $X_{10}CrNi_{89}$ malzemesinde % C miktarı ne kadardır?
A) 0,15 **B)** 0,05 **C)** 0,2 **D)** 2,1

Cevap: D

89) $X_{210}CrV$ malzemesinde Cr miktarı yüzde (%) kaçtır ?
A) 1,2 **B)** 12 **C)** 120 **D)** 2,1

Cevap: B

90) SAE 8620 çeliği ile aşağıdakilerden hangisi imal edilir?
A) Otomobil sacı
B) Burç
C) Kordon mili
D) Dişli

Cevap: D

91) Aşağıdakilerden hangisi SAE 4140 çeliği ile imal edilir?
A) Mil, dişli
B) Burç
C) Sac
D) Şasi

Cevap: A

92) Eğim(m) = (log σ_1 – log σ_2) / (log($d\varepsilon_2/dt$) - log($d\varepsilon_1/dt$)) formülünü aşağıdakilerden hangisinin hesabında kullanabiliriz?

Açıklama:
log(dε / dt) = log $d\acute{\varepsilon}_2$ – log $d\acute{\varepsilon}_1$
logσ_2 – logσ_1 / log $d\acute{\varepsilon}_2$ – log $d\acute{\varepsilon}_1$

A) Kırılma (Fracture)
B) Sürünme Hızı (Creep Rate)
C) Deformasyon (Deformation)
D) Deformasyon Hız Hassasiyeti (Strain Rate Sensivity)

Cevap: D

93) Yüzey sertleştirme için yapılan karbürizasyon nasıl bir işlemdir?
A) Termokimyasal
B) Mekanik
C) Fiziksel
D) Teknolojik

Cevap: A

94) Çeliklerde karbürizasyon kaç santigrad derecede yapılır?
A) 600 – 700
B) 1000 – 1200
C) 800 – 940
D) 400 – 600

Cevap: C

95) Yeniden kristalleşme sıcaklığında atomik difüzyonun etkisi nasıl olur?
A) Azalır
B) Sıcaklıktan etkilenmez
C) Sabit kalır
D) Önemli hale gelir

Cevap: D

96) Rekristalizasyon Sıcaklığı (T_k) ile Ergime Sıcaklığı (T_e) arasında aşağıdaki bağıntılardan hangisi vardır?
A) $T_e = T_k$
B) $0.4\ T_e = T_k$
C) $T_e = 0.4\ T_k$
D) $T_e = 2\ T_k$

Cevap: B

97) Sürünme (Creep) olayında gerinim ve zaman eğrisi çizilirken sürünmede birinci aşamanın başlangıç noktası nerededir?
A) 0 noktasında
B) Akma noktasına yakın
C) Kopma noktasına yakın
D) Maksimum çekme noktasına yakın

Cevap: B

98) Sürünme olayında aşağıdakilerden hangisidir?
A) Deformasyon – Gerilme
B) Sıcaklık – Yük
C) Zaman – Sıcaklık
D) Gerilme – Zaman

Cevap: B

99) Normalizasyon tavlaması ve sertleştirme tavlamasından hangisi daha sıcak bölgededir?
A) Aynıdır
B) Normalizasyon
C) Sertleştirme
D) α demiri

Cevap: B

100) Normalizasyon tavlamasında aşağıdaki işlemlerden hangisi uygun olur?
A) 0.4 T_e + (40 ile 60) °C + Hava
B) T_e – 50 °C + Su
C) T_k + 20 °C + Yağ
D) T_k – 20 °C + Fırın

Cevap: A

101) Normalizasyon tavı ne maksatla, ne zaman yapılır?
A) Malzemeyi yumuşatmak için yapılır. (Ara tavlamadır)
B) Malzemeyi sertleştirmek için yapılır. (Son tavlamadır)
C) Malzemeyi işlemeden önce yumuşatmak için yapılır. (İlk tavlamadır)
D) Sertleştirmeden sonra iç gerilmeleri gidermek için yapılır

Cevap: C

102) A_3 ve A_{cm} çizgilerinin 15-40 °C üzerinde çelik malzeme için yumuşatma tavı ne zaman yapılır?
A) İmalattan sonra
B) İmalattan önce
C) İmalat sırasında
D) Satıştan önce

Cevap: B

103) Yumuşatma tavı Fe – Fe_3C diyagramında hangi sıcaklıkta yapılır?
A) AC_3 ve AC_m altında
B) Ötektoid üstü çeliklerde AC_3 çizgisi üstünde
C) A_{cm} altında
D) A_{cm} ve AC_3 çizgileri üstünde 15-40 °C

Cevap: D

104) Yumuşatma tavı ve sertleştirme sıcaklıkları için uygun C miktarına göre AC_3 ve A_{cm} çizgileri üzerinde yaklaşık olarak aşağıdakilerden hangisi kullanılır?
A) Aynı sıcaklıkta kullanılır
B) Ayrı sıcaklıkta kullanılır
C) Aynı soğutma kullanılır
D) Ayrı soğutma kullanılır

Cevap: A

105) log – log skalası neden kullanılır?
A) Doğru hesap için
B) Doğru teknik resim çizimi için
C) Hesap kolaylığı için
D) Grafik çizim kolaylığı için

Cevap: D

106) Malzeme muayene edilirken radyografik ve ultrasonik muayene yapılabilir. Bu usuller nasıl muayene usulüdür?
A) Tahribatsız
B) Tahribatlı
C) Manyetik
D) Optik

Cevap: A

107) Soğuk işlem deformasyonu kriterleri; Deney sıcaklığı (T_t), Ergime sıcaklığı (T_e) olduğuna göre aşağıdaki bağıntılardan hangisi doğrudur? Not: (.3= 0,3)
A) $T_t/T_e = 0{,}3$
B) $T_t/T_e < 0{,}3$
C) $T_t/T_e > 0{,}3$
D) $T_e/T_t = 0{,}3$

Cevap: B

108) Alüminyum malzemenin solüsyona alınma sıcaklığı kaç °C derecedir?
A) 270 °C **B)** 400 °C **C)** 520 °C **D)** 650 °C

Cevap: C

109) Alüminyum malzeme solüsyondan sonra hangi işleme tabi tutulur?
A) Fırında soğutulur
B) Havada soğutulur
C) Suda soğutulur
D) Yağda soğutulur

Cevap: C

110) Alüminyum malzemelerin yapay yaşlandırma sıcaklığı ve süresi ne kadardır?
A) Havada 10 gün
B) Yağda 120 °C – 12 saat
C) Fırında 180 °C – 5 saat
D) Tabiatta 30 güne kadar

Cevap: C

111) Soğuk işlemde $\sigma = K\varepsilon^n$ Holloman gerilme formülü olarak bilinir. Burada (n = Deformasyon Sertleşmesi Üssü) olarak bilinir. n = 1 ise malzemeyi seçiniz
A) Elastiktir
B) Plastiktir
C) Semi plastiktir
D) Semi elastiktir

Cevap: A

112) Soğuk işlemde $\sigma = K\varepsilon^n$ (n=1) ise K aşağıdakilerden hangisine eşittir? Bu değer Pa olmalıdır, aşıldığında plastik deformasyon başlar.
A) Elastik sınır sabiti
B) Poisson oranı
C) Deformasyon üssü
D) Tane boyutu

Cevap: A

113) Sıcak dövme işlerinde V= Pres dövme hızı (m / s) ile ilgili doğru formülü seçiniz. (L_0 ilk boy, L_i ölçüm esnasındaki anlık boy)

A) $e = \frac{dl}{L_i}$ **B)** $e = \frac{V}{L_i}$ **C)** $e = \frac{dV}{L_0}$ **D)** $\dot{e} = \frac{V}{L_0}$

Çözüm:

$$e = \frac{L_i - L_0}{L_0} = \frac{L_i}{L_0} - 1$$

$$\dot{e} = \frac{d\,(L_i / L_o)}{dt} - \frac{d(1)}{dt}$$

$$\dot{e} = \frac{1}{L_0} \cdot V$$

Cevap: D

114) Aşağıdakilerden deformasyon hızının sembolünü seçiniz.

A) 1/sn **B)** sn^{-2} **C)** sn **D)** $1/sn^{-2}$

Cevap: A

115) Sinterlemenin yüksek basınç ve yüksek sıcaklıkta yapılması işleminde basınç ve sıcaklık sabittir. Bu işlem aşağıdakilerden hangisidir?

A) Ekstrüzyon **B)** HIP **C)** Haddeleme **D)** Tavlama

Cevap: B

VI. BÖLÜM
İMALAT HESAPLARI HAKKINDA BİLGİLER

Bölüm Yazarı: Prof. Dr. M. Oktay ALNIAK

6.1 İmalat Hesapları

Bu çalışma temel talaşlı imalat, mekanik ve teknoloji bilgilerini kapsar. Meslek Yüksek Okulları, Teknik Eğitim Fakültesi ve Mühendislik Fakültesi öğrencileri için faydalı olabilir. Birimler, matematik, mekanik, malzeme bilimleri, talaşlı imalat işlemlerinde soru ve çözümleri bu bölümde yer almıştır.

6.2 Formüller

MKS (metre-kg-saniye) sisteminde:

Kesme Hızı: $V = \frac{\pi D n}{1000}$ Burada D (mm), n (dev/dak) olursa V (m/dak) olur.

FPS (feet-pound-second) sisteminde:

Çap inch olarak verilir. (foot/12 = inch)

Hız feet/dak. bulunur.

$V = \frac{\pi D n}{12}$ Burada D (inch), n (rpm) olursa V (feet/dak.) olur.

Kirişlerde Sehim formülü: $\delta = \frac{P \times L^3}{3EI}$

Tornada işlem maliyeti: $C_m = \frac{\pi D L C_0}{12 V f_0}$ Burada D (inch), N (dev/dak), V (feet/dak), d bir tornada talaş kaldırma derinliği olarak bilinir.

$d = DOC = \frac{D_1 - D_2}{2}$

İlerleme hızı = Bir devirdeki ilerleme ile devir/dak. çarpımına eşittir.

(V_i = fr x N) N = 300 mm/dak veya inch/dak

Bir devirdeki ilerleme: $f_r : \frac{\text{inch}}{\text{devir}}$

Kesme zamanı: $T_m = \frac{L}{V_i} = \frac{L}{N \times f_r}$

Devir Sayısı: $N = \frac{12V}{\pi D}$

$\frac{1}{N} = \frac{\pi D}{12V}$

$T_m = \frac{L.\pi.D}{12.V.f_r}$ buradaki V kesme hızıdır.

FPS (Feet – Pound – Second) sisteminde:

Çap inch olarak verilir. (Foot / 12 = inch)

Hız feet / dak. olarak bulunur.

6.2.1 Torna ve Matkap İle Kesme ve Delmede Formüller:

Birimler sistemi MKS ve FPS bu bölümde gereklidir. metre/dak veya feet/dak olarak kesme hızıdır.

Uygun malzeme ve uygun kesme takımı için katalogtan kesme hızı seçilir. Bilahare tezgah N devri bulunur. Birim sistemlerine göre aşağıdaki formüller kullanılır.

$V = \frac{\pi.D.n}{1000}$ Çap D (mm), $N = \frac{\text{devir}}{\text{dak}}$, V (m/dak)

$V = \frac{\pi.D.n}{12}$ Çap D (feet), N = rpm, V (feet/min) (rpm:devir/dakika)

Matkaplarda ve tornalarda kalemin malzemeye her devirde ilerlemesi f_r (mm) veya f_r (inch) olur.

Kalemin veya matkap ucunun malzemede N devirde ilerlemesine "ilerleme hızı" veya ilerleme denilir. V_i = fr.N mm/dak veya inch/dak

Tornalanacak veya matkapla delinecek mesafe L mm veya metre ile ifade edilir.

Kesme zamanı $T_m = \frac{L}{V_i}$ Boy (mm/ilerleme hızı (dak))

İlerleme hızı $V_i = f_r \times N$ ile V kesme hızını karıştırmayınız.

Kesme zamanı T_m aynı zamanda $T_m = \frac{L+A}{f_r \cdot N}$ ile bulunur.

A delmede boşluk (tolerans) $T_m = \frac{L + A}{f_r \cdot N} = \frac{L + A}{f_r \cdot \frac{12V}{\pi D}} = \frac{(L + A)\,\pi D}{f_r \cdot 12}$

ile bulunur. Çap inch verilir. Birim dakikadır.

Metrik sistemde $T_m = \frac{(L+A)\pi D}{f_r \cdot 12V}$ bulunur. Birim dakikadır. Buradaki V kesme hızıdır. İlerleme hızı değildir.

6.3 İmalat Malzemeleri ve İmal Usulleri Hakkında Sorular

1) Bir malzemenin ani çarpma enerjisine dayanıklılığı neyin işaretidir?

A) Tokluk **B)** Kırılma **C)** Basma **D)** Çekme

Cevap: A

2) Hangileri aşınmaya en dayanıklı alaşım elemanlarıdır?

A) Cu, V, W, Mo
B) Cr, Ni, Mo
C) Si, C, Mo, Ti
D) Cr, V, W, Mo

Cevap: D

3) Malzemelerin yüzey sertleştirilmesinde kullanılan yüksek sıcaklık gerektiren bir işlemi seçiniz.

A) Atmosfer kontrollü semantasyon
B) Kromla sertleştirme
C) Asit içinde temizleme
D) Polimerizasyon

Cevap: A

4) İnce metal film kaplamasında; Fiziksel Buhar Birikimi (PVD) aşağıdaki hangi sıcaklık aralığında gerçekleştirilir?

A) 100-200 °C **B)** 200-485 °C **C)** 600-711 °C **D)** 912-1000 °C

Cevap: D

5) Aşağıdaki çeliklerden hangisi 1000 °F 'a kadar kesme aracı olarak kullanılabilir?

A) HSS çelikler **B)** Karbürler
C) Kobalt döküm alaşımlar **D)** Su verilmiş çelik

Cevap: A

6) Aşağıdakilerin hangisi sermetlerin (TiC, seramik + metal) üssün özelliğidir?
A) Beslenme hızı **B)** Aşınma direnci **C)** Isı direnci **D)** Tokluğu

Cevap: B

7) Dökme demir içi en uygun kesme takımı malzemesini seçiniz.
A) Kaplamalı karbür
B) Seramik, Sermet
C) Kübik bor nitrür
D) Elmas

Cevap: A

- **İmalatta Kesme Takımı Ömür Hesapları**

8) VT^n = Sabit (V:Kesme hızı, T: Takım ömrü)
Yukarıdaki formüle göre kesme hızı daha büyük olursa; aşağıdakilerden hangisi doğru olur?
A) n daha büyük olur
B) n sabit kalır
C) T daha büyük olur
D) T daha küçük olur

$V.T^n = C$
n : eğim,
C : 1 dakikalık takım ömrüne tekamül eden kesme hızı değeri (m/dak) veya (feet/dak)

- **Çelik işlem**

n	C	V	T
0,125	100 m/dak	50 m/dak	?

$50.T^{0,125} = 100$ T = ? $T^{0,125} = 2$
$0,125 \log T = \log 2$, $\log T = 0,3/0,125$ T = 251 dakika

Cevap: D

9) Taylor takım ömrü denklemindeki C değeri nedir?
A) Kesme takımı sabitidir.
B) Kesme hızı sabitidir.
C) Takım ömrü sabitidir.
D) Takım Ömrü ve Kesme Hızına bağlı bir sabitdir.

Cevap: D

C: Bir dakikalık takım ömrüne tekabül eden kesme hızı (m/dak)

10) İşlem maliyeti; $C_m = \frac{\pi D L C_0}{12 V f_0}$ şeklinde ifade edilebilir. C_o = İşletme maliyeti (TL/dak). Buna göre D'nin birimi nedir?

A) foot **B)** feet **C)** inch **D)** m

Cevap: C

- **İmalat Kesme Hızı Uygulamaları**

11) $V = \frac{\pi D n}{1000}$ bir kesme hızı formülüdür. Bu kesme hızı formülünde, çap D'nin yerine gelebilecek aşağıdaki hangi birim Avrupa standartlarındaki MKS hız birimi olan metre/dakikayı sağlar?
A) inch **B)** m **C)** mm **D)** feet

Bu formülde D (mm), n (devir/dak), V (m/dak) olur.

Cevap: C

12) Üretim süreçleri sırasında, ilk kesme hızı mühendisler tarafından $\frac{\text{feet}}{\text{dakika}}$ olarak seçilir. İkinci adımda devir, $\frac{\text{devir}}{\text{dakika}}$ (rpm) olarak seçilir. D = 10 inch, V = 100 ise devir, N (revolution per minute: rpm) devir/dak olarak hesaplayınız.
A) 10 **B)** 20 **C)** 30 **D)** 38

Çözüm:

Kesme Hızı: $V = \frac{\pi.D.N}{12}$, $12V = \pi.D.N$

$12 \times 100 = 3.14 \times 10 \times N$

$N = 38$ devir / dak (rpm)

Cevap: D

- **Talaş Hacmini Hesaplama**

13) $N = 300$ rpm olarak seçilsin.

$D_1 = 10$ inch (çap)

$d = 0{,}0015$ inch (Talaş kaldırma derinliği)

$L = 10$ inch (Boy)

Talaş hacmini bulun.

$F_r = 0{,}1$ inch MRR'yi $\frac{inch^3}{dakika}$ olarak bulunuz.

A) 4,71 **B)** 777 **C)** 77 **D)** 7

Çözüm:

$$MRR = \frac{\pi(D_1^2 - D_2^2)}{4} \times \frac{L}{\frac{L}{f_r \times N}} = \frac{\pi(10^2 - 9{,}99^2)}{4} \times \frac{L}{\frac{L}{f_r \times N}}$$

Cevap: A

14) Takım ömrünü hatırlayın: Kesme hızı 100 $\frac{feet}{dakika}$

$n = 0{,}25$

$K = 120$ sabit

T'yi hesaplayınız.

Açıklama: $VT^n = Sabit = K$

$$T = \frac{K^{1/n}}{V^{1/n}} = \frac{K^m}{V^m} \qquad T = 2$$

A) 2×10^{16} **B)** 2×10^{12} **C)** 2 **D)** 2×10^4

$100.T^{0,25} = 120$ $T^{0,25} = 1,2$

$0,25 \log T = \log 1,2$

$\log T = 0,08/0,25$

$\log T = 0,32$

$T = 2$

Cevap: C

- **Matkap Hesapları**

15) Bir kirişte sehim formülü; $\delta = \frac{P \times L^3}{3EI}$ şeklinde verilmiştir. I kirişin atalet momenti, L kirişin boyu, P yük ise E nedir?

A) Moment
B) Gerilme
C) Malzeme sabiti
D) Poisson oranı

Cevap: C

16) Aşağıdakilerden hangisi silindirik yüzey kesmesi yapmak için adlandırılır?
A) Frezeleme **B)** Delme **C)** Tornalama **D)** Honlama

Cevap: C

17) Aşağıdakilerden hangisi tornalama operasyonlarında iş parçasını tutan aygıttır?
A) Pens **B)** Torna aynası **C)** Dişli kutusu **D)** Fener mili

Cevap: B

18) Delme işleminde delikteki talaş ne ile boşalır?
A) Aksiyon vidası
B) Matkap ucu talaş kanalı
C) Helisel dişler
D) Matkap motoru

Cevap: B

19) Delme işlemi için $N_{mil} = \frac{12\ V}{\pi D}$ formülü kullanılır. Boy L = 60 mm D = 10 inch, N = 100 $\frac{\text{devir}}{\text{dakika}}$ (rpm) ise kesme hızı V'yi feet/dakika olarak bulun.

A) 500 **B)** 98 **C)** 261 **D)** 370

Çözüm:

$$V = \frac{\pi \text{ x } D \text{ x } N}{12}$$

$$V = \frac{3{,}14 \text{ x } 10 \text{ x } 100}{12}$$

$$V = 261\ \frac{\text{feet}}{\text{dakika}}$$

Cevap: C

20) Delme operasyonları için; N = 100 $\frac{\text{devir}}{\text{dakika}}$ (rpm), f_r ; inch veya mm olarak matkabın devir başına ilerlemesidir. Besleme olarak bilinir. Her devirde delinen delik uzunluğunu hesaplamak için kullanılır. Devir başına besleme ilerlemesi f_r = 0,05 inch ise delme için kesme hızını (ilerleme hızı) bulun.
A) 1 **B)** 5 **C)** 3 **D)** 4

Çözüm:

$$V_i = f_r \text{ x } N$$

$$0{,}05\ \frac{\text{inch}}{\text{devir}} \text{ x } 100\ \frac{\text{devir}}{\text{dakika}} = 5\ \frac{\text{inch}}{\text{dakika}} = 5\ \frac{\text{feet}}{\text{dak}}$$

Cevap: B

Açıklama:

Kesme hızı V = 8,5 m/dak, f_r = 0,085 mm/devir

N = 272 dev/dak ise D = ?

$8,5 = \frac{\pi.D.272}{1000}$ D = 9,95

D = 10 mm seçiniz.

İlerleme hızı: = $V_i = f_r.N$

V_i = 0,085 x 272 = 23 mm/dak

L = 60 mm

$t = \frac{L}{V} = \frac{60}{23}$ = 2,61 dak.

- **Matkaplarda delme süresi:** Delik boyunu ilerleme hızına bölünüz.

$T_m = \frac{L}{V} = \frac{10}{5} = 2$ dak "Burada L yol -kesilen iş parçasının uzunluğu, V_i ilerleme hızı (mm/dak), T_m ise kesme için gerekli olan zamandır." T_m birimi dakikadır.

Açıklama:

$V_i = \frac{L}{T_m} = f_r$ x N V_i = ilerleme hızı

$\frac{L}{T_m} = f_r$ x N

$T_m = \frac{L}{f_r \text{ x } N} = \frac{10}{0,05 \text{ x} 100} = 2$ dak.

Cevap: B

21) Matkapla L = 100 mm delme yapalım. Boşluk, A = D/2 , D = 10 mm, kesme hızı V = 20 m/dak , f_r = 0,1 mm/devir ise Tm, kesme zamanı ne olur?

A) 1 **B)** 0,3 **C)** 1,57 **D)** 12

Çözüm:

$T_m = \frac{L + A}{f_r \times N}$ (Matkap ile delme zamanı)

$N_s = \frac{1000\ V}{\pi \times 10} = \frac{1000 \times 20}{\pi \times 10} = 637\ \frac{\text{devir}}{\text{dakika}}$

$T_m = \frac{100 + \frac{10}{2}}{0{,}1 \times 637} = 1{,}64$ dak (100 mm derinliği, $f_r = 0{,}1$ mm/dev,

N = 637 devir/dak'da delme zamanıdır.)

$T_m = \frac{\pi \times D \times L}{12 f_r \times V}$ D = inch, $V = \frac{\text{feet}}{\text{dakika}}$

(T_m dakika, D ve L inch cinsinden olmalıdır.)

$V_i = f_r \,.\, N = 0{,}1 \times 637 = 63{,}7$ mm/dak

$T_m = \frac{L}{V_i} = \frac{100}{63{,}7} = 1{,}57$ dak

V_i ilerme = f_r.N

V kesme hızı m/dak veya feet/dak olması için, N devir/dak, D mm veya inç olarak verilir.

$N = \frac{1000V}{\pi D}$

$N = \frac{12V}{\pi D}$

- **Matkaplarda İmalat Zamanı**

T_m imalat zamanıdır. Birimi zamandır. Analiz edelim;

$T_m = \frac{L + A}{f_r \times N} = \frac{\text{yol}}{\text{kesme hızı}} = \frac{\text{yol}}{\frac{\text{yol}}{\text{zaman}}} = \text{zaman}$

$$\text{Kesme süresi (dak)} = \frac{\pi \times 10 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}}{20 \frac{\text{m}}{\text{dakika}} \times 1000 \times \frac{0{,}1 \text{ mm}}{1 \text{ devir}}}$$

$$= \frac{\pi \times 10 \times 0{,}1 \text{ m}}{20 \frac{\text{m}}{\text{dakika}} \times 1000 \times 0{,}001 \text{ m}}$$

Kesme Süresi = 1,57 dakika

- **Tornalarda İmalat Zamanı**

$T_m = \frac{\pi \times D \times L}{1000 f_r \times V}$ Bu formül, metrik sistem için kullanılır. D mm alınır, 1000 sayısına bölerek çap metre'ye dönüştürülür. L ve f_r mm, V_i metre/dak olmalıdır. T_m birimi dakika bulunur.

$T_m = \frac{\pi.D.L}{12.f_r.V}$ Bu formül, çağ inç verildiğinde kullanılır. V feet/dakika, f_r inç/devir, L inç olmalıdır. T_m birimi dakika bulunur.

Cevap: C

22) Tornanın kesme hızını feet/dak biriminde bulunuz. Verilen bilgiler; L = 10 inch (çalışan iş parçasının uzunluğu), D = 2" , N = 100 $\frac{\text{devir}}{\text{dakika}}$

A) 1,71 **B)** 20 **C)** 52,3 **D)** 104,6

Çözüm:

$V = \frac{\pi.D.N}{12}$ (Kesme hızı)

$12\ V = \pi.2.100$

$V = 628 / 12\ \frac{\text{feet}}{\text{dakika}}$, $V = 52{,}33\ \frac{\text{feet}}{\text{dakika}}$

Bilgi olarak birimler aşağıda metrik sisteme çevrilmiştir.

$52{,}33\ \frac{\text{feet}}{\text{dakika}} = 52{,}33\ \frac{\text{feet}}{\text{dakika}} \times \frac{0{,}328\ \text{m}}{1\ \text{feet}} = 17{,}1\ \frac{\text{m}}{\text{dakika}}$

Cevap: A

Açıklama:

L=10 inch, $V_i = 2\ \frac{\text{inch}}{\text{dakika}}$, f_r = 0,02 inch ise tornalama işi ne kadar zamanda biter?

$$V_i = \frac{L}{t}$$

$$V_i = f_r \times N$$

$$V_i = 0{,}02 \times 100 = 2 \ \frac{inch}{dak}$$

$$2 = \frac{10}{t} \quad , t = 5 \text{ dak}$$

veya;

$$T_m = \frac{\pi.D.L}{f_r.12.V} = \frac{\pi.2.10}{0{,}02x12x52{,}2} = 5 \text{ dak}$$

Frezeleme Hesapları

23) Yüzey frezeleme sürecinde iş parçası ve freze çakısı…
A) Sabittir
B) İş parçası hareketlidir
C) Kesici çakı hareketlidir
D) Her ikisi de hareketlidir

Cevap: C

24) Freze çakısından kaynaklanan sorun hangisidir ?
A) Değişen dişler **B)** Diş kırılması
C) Diş çapı **D)** Hatve

Cevap: B

25) Talaşlı imalat ne demektir?
A) Metal birleştirme
B) Metal kesme
C) Metal bükme
D) Metal dövme

Cevap: B

26) Metal kesme çakıları nerede kullanılır?
A) Kalıp imalatı **B)** Hidrolik pres **C)** Kaynak **D)** Delme

Cevap: A

27) Aşağıdakilerden hangisi delikleri büyütmek için kullanılan konik kesme aracıdır?
A) Şerit testere **B)** Yuvarlak testere **C)** Broş **D)** Freze

Cevap: C

28) Tornalarda alın kesmede kalem kesme hareketi hangi istikamettedir?
A) Ayna istikametindedir
B) Mil istikametindedir
C) İş parçası nötr eksenine diktir
D) Mil eksenine paraleldir

Cevap: C

29) İş parçasının döndüğü, kalemin ilerlediği makineler nasıl kesme yaparlar ?
A) Düz **B)** Silindirik **C)** Küresel **D)** Dik

Cevap: B

30) CNC torna makinesinin operasyon sırasını ne ayarlar?
A) Yazılım **B)** Ayna **C)** Kule **D)** Motor

Cevap: A

31) Eğeleme işlemi piyasada hangi ifade ile bilinir?
A) Delme **B)** Dökme **C)** Frezeleme **D)** Tesfiye

Cevap: D

32) Kalıp imalatı için düz yüzeyler üretmekte kullanılan çok maksatlı makine hangisidir?
A) Torna **B)** Eğe **C)** Dik İşleme Merkezi **D)** Matkap

Cevap: C

33) Metalik bir parçada kesmeden sonra metal üzerinde kalan kırıntıya ne dedir?
A) Talaş **B)** Toz **C)** Çapak **D)** Pah

Cevap: C

34) Aşağıdakilerden hangisi iş parçasından metal kırıntılarını kaldırmak için uygulanan işlemdir?
A) Çapak giderme **B)** Aşındırma **C)** Freze **D)** Kesme

Cevap: A

35) İki yüzeyin arasında kalan malzemenin bir aşındırıcı ile birlikte bir el veya makine vasıtasıyla birbirlerine sürtünmesi işlemine ne denir?
A) Frezeleme **B)** Taşlama **C)** Öğütme **D)** Bükme

Cevap: C

36) Alüminyum oksit (Al_2O_3) kesme kalemleri hangi maksatlar için kullanılır?
A) Kaynak
B) Öğütme – kesici alet – aşınma mukavemetli boru
C) İnce taşlama – bindirme
D) Sondaj – tornalama işlemleri

Cevap: B

37) Yüksek hızlı akışkan ile kesme işleminin kısaltmasını seçiniz.
A) CAM **B)** WJC **C)** SAE **D)** CAD

Cevap: B

38) Vidadaki sarmal çıkıntı sırtı ve oyuğa ne isim verilir?
A) Yiv - set **B)** Trapez - vida
C) Cıvata – somun **D)** İnce – kalın diş

Cevap: A

39) Prototiplerin hızlı oluşturulması ve sürdürülebilirlik aşağıdakilerden hangisiyle sağlanır?
A) Uygunluk **B)** Ekonomi **C)** Ergonomi **D)** Ürün

Cevap: B

40) Metal tozların basınç altında sıcak işlemine ne ad verilir ?
A) Sinterleme **B)** Ekstrüzyon **C)** Presleme **D)** Frezeleme

Cevap: A

41) Füzyon ile metal veya plastik iki parçanın birleştirilmesini içeren imalat veya onarım yöntemi hangisidir?
A) Difüzyon **B)** Dislokasyon **C)** Yapıştırma **D)** Kaynak

Cevap: D

42) Erozyon tezgahı ile imalat sırasında yüzeyi aşınmaktan korumayı sağlayan yöntemi seçiniz.
A) Çapak almak **B)** Boyama **C)** Dağlama **D)** Maskeleme

Cevap: D

43) Aşağıdaki şıklardan metal aşındırma veya kazıma hızını seçiniz.

A) $\frac{\text{inch}}{\text{dakika}}$ **B)** $\frac{\text{m}}{\text{dakika}}$ **C)** $\frac{\text{inch}^3}{\text{dakika}}$ **D)** $\frac{\text{mm}^2}{\text{dakika}}$

Cevap: C

- **Çekme ve Basma Deneyleri**

44) Yapılan çekme deneyi için verilen değerler:
İlk boy: L_0 = 100 mm
Son boy: L_i = 170 mm
Mühendislik gerinimi, e değerini bulunuz.

A) 1,0 **B)** 1,5 **C)** 0,70 **D)** 2,7

Çözüm:

Mühendislik deformasyonu oranı (gerinim)

$$e = \frac{170 - 100}{100} = \frac{70}{100} = 0{,}70$$

veya;

çekme uzama oranı (%) = $\frac{170 - 100}{100}$ x 100 = 70 yazılabilir.

Cevap: C

45) Çekme deneyi için verilen değerler:
Son boy: $L_i = 271$ mm
Mühendislik gerinimi: $e = 1{,}71$
İlk boy: $L_0 = ?$
A) 0,71 **B)** 171 **C)** 271 **D)** 100

Çözüm:

$$e = 1{,}71 = \frac{271 - L_0}{L_0}$$

$1{,}71\ L_0 = 271 - L_0$

$L_0\ (1{,}71+1) = 271$

$L_0 = 100$ mm

Cevap:D

46) Bir aracı kaldırmak için halat kullanılacaktır. Arabanın ağırlığı 1000 kgf. Halatın maksimum çekme kuvveti 30 kps'dir. Halatın çapını cm olarak hesaplayınız.
A) 1,79 **B)** 0,079 **C)** 0,79 **D)** 7,9

Çözüm:

$$\tau = \frac{P}{A} \quad \frac{30000}{14{,}7} \text{ x } \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = \frac{1000\ \text{kgf}}{\frac{\pi D^2}{4}}$$

$$D = \frac{1000 \text{ x } 4}{2040 \text{ x } \pi} = 0{,}79 \text{ cm}$$

1 kg/cm^2 = 14,7 Psi (hatırlayın)

Cevap: C

47) Çekme deneyinde plastik deformasyonda ilk ve son hacimleri eşittir.

$A_0 L_0 = Ai. Li,$

A_0 = Deneyin uygulandığı alan $D_0 = 0{,}80$ inch

$L_0 = 10$ inch

$L_i = 12$ inch

eğer $\frac{L_i}{L_0} = \left(\frac{D_0}{D_i}\right)^2$ ise D_i değerini bulun.

A) 0,73 **B)** 1,72 **C)** 2,72 **D)** 3,73

Çözüm:

$$\frac{\pi D_1^2}{4} \text{ x } L_0 = \frac{\pi D_2^2}{4} \text{ x } L_i$$

$$\frac{L_i}{L_0} = \frac{\pi D_1^2}{\pi D_2^2}$$

$$\frac{L_i}{L_0} = \frac{D_1^2}{D_2^2} \qquad \frac{12}{10} = \frac{0{,}80^2}{D_i^2}$$

$D_i^2 = 0{,}53$

$D_i = 0{,}73$ inch

Cevap: A

- **Kesme Hesapları**

48) Aşağıdaki değerler CNC tezgahında kesme için verilmiştir.

$D = 42$ mm

$V = 15 \frac{m}{min}$

N $\frac{devir}{dakika}$ (rpm) değerini hesaplayın.

A) 114 **B)** 14 **C)** 214 **D)** 414

Çözüm:

$V = \frac{\pi DN}{1000}$ $\quad 15 = \frac{\pi \times 42 \times N}{1000}$ $\quad N = 114$ devir/dakika

Cevap: A

49) Aşağıdaki değerler CNC tezgahında kesme için verilmiştir.

$D = 30$ mm

$V = 15 \frac{m}{min}$

Asgari devir sayısını seçiniz.

A) 1,6 **B)** 16 **C)** 160 **D)** 1600

Çözüm:

$15 = \frac{\pi \times 30 \times N}{1000}$ $\quad N = 160$ devir / dak

Cevap: C

50) Dakikada metal kesme hacmini (debi) $\frac{cm^3}{dk}$ cinsinden bulunuz.

$D_1 = 100$ mm

$D_2 = 96$ mm

$L = 200$ mm

$f_r = 0{,}4 \frac{mm}{devir}$

$N = 200$ rpm

$$MRR = \frac{\frac{\pi}{4}(D_1^2 - D_2^2)}{\frac{L}{f_r \times N}}$$

A) 18 **B)** 29 **C)** 30 **D)** 246

Çözüm:

$$MRR = \frac{\frac{\pi}{4}(100^2 - 96^2)}{\frac{200}{0{,}4 \times 200}}$$

$MRR = \frac{\pi}{4}(100^2 - 96^2) \times \frac{200 \times 0,4}{200}$

$MRR = 246\ mm^3/dak$

Cevap: D

51) Bir tornada $N = 100\ \frac{devir}{dakika}$ ve iş parçası $D = 40$ mm ise V'yi $\frac{m}{dakika}$ cinsinden bulun.

Çözüm:

$V\ \frac{m}{dakika} = 3,14\ (D\ mm)(N\ dev/dak) / 1000$

$\pi \times 40 \times 100 = 1000\ V$ ise $V = 12,5\ \frac{m}{dakika}$

Açıklama:

İmalat hesaplamalarında kesme hızı V ile gösterilir. Birimi $\frac{m}{dakika}$ veya $\frac{feet}{dakika}$ olarak kullanılır.

52) Hatırlatma: $d = DOC = \frac{D_1 - D_2}{2}$ d bir tornada talaş kaldırma derinliği olarak bilinir.

$d = 0,015$ inch, mil çapı $D_1 = 2$ inch ise tornalandıktan sonra mil çapını (D_2) mm cinsinden hesaplayın.

A) 2 **B)** 50,04 **C)** 7 **D)** 9

Çözüm:

$d = \frac{D_1 - D_2}{2}$

$0,015 = \frac{50,8 - D_2}{2}$

$D_2 = 50,04$ mm

Cevap: B

53) Matkapla delme işleminde kesme süreci için kesme zamanı formülünü dakika cinsinden yazınız. Bu işlemin nasıl yapılacağını açıklayınız.

Çözüm:

Kesme zamanı (T_m) dakika olarak bilinir.

(N) $\frac{\text{devir}}{\text{dakika}}$ veya rpm olarak verilir.

Devir başına besleme ilerlemesi f_r $\frac{\text{inch}}{\text{devir}}$ olarak bilinir.

Kesme zamanı dakikadır.

$T_m = \frac{L}{N \times f_r}$ (zaman = $\frac{\text{uzunluk}}{\text{hız}}$) olarak elde edilir.

Beslenme hızı $V_i = N \times f_r$

$T_m = \frac{L}{V_i}$ yazılabilir.

54) Kesme hızının formülünü döndürme işlemleri için yazınız. Bu işlemi açıklayınız. 100 mm uzunluğunda bir delik delmek için 5 dakika zaman planladınız. Devir başına ilerleme hızını hesaplayınız.

A) 0,1 **B)** 0,2 **C)** 0,3 **D)** 0,4

Çözüm:

$N \cdot f_r = V_i$

N(rpm) veya $\frac{\text{devir}}{\text{dakika}}$, f_r $\frac{\text{inch}}{\text{devir}}$ olabilir. V_i = $\frac{\text{inch}}{\text{dakika}}$ veya $\frac{\text{mm}}{\text{dakika}}$ olabilir.

Besleme devir başına 0,1 mm ise, 100 $\frac{\text{devir}}{\text{dakika}}$ da kaç mm yol alınır? Bu kesme hızı demektir. ($V_i = f_r \times N$)

$100 \times 0{,}1 = 10$ $\frac{\text{mm}}{\text{dakika}}$

Delinecek levha 100 mm ise, $t = \frac{L}{V_i}$

$t = \frac{100 \text{ mm}}{\frac{10 \text{ mm}}{\text{dakika}}}$ ise t = 10 dakika bulunur.

5 dakikada delmek istiyorsak $f_r = 0{,}2$ $\frac{\text{mm}}{\text{devir}}$ olmalıdır.

Cevap: B

55) FPS sisteminde genel bir kesme zamanı formülü yazınız. "FPS: feet-pound-second"

Çözüm:

Hız: $V = \frac{L}{\text{zaman}} = \frac{\text{inch}}{\text{dakika}}$

Kesme zamanı: $T_m = \frac{L}{N \times f_r} \quad \frac{\text{inch}}{\frac{\text{devir}}{\text{dakika}} \times \frac{\text{inch}}{\text{devir}}} = \text{dakika}$

FPS sistemi kesme hızı: $12V = \pi.D.N$

$N = \frac{12 \times V}{\pi \times D}$, D (inch) , V (feet/dak) , N (rpm)

$T_m = \frac{\pi.D.L}{12.V.f_r}$

56) MKS standartlarında kullanılan kesme zamanının formülünü yazın. f_r ve f_m ne demektir? "MKS: metre-kilogram-saniye"

Çözüm:

$1000\ V = \pi \times D \times N$

D (mm), V (m/dak), N (devir/dakika)

Dik kesme işlemi sondaj makinasının burgusu gibidir.

Sondaj hesabı:

Sondaj yapılırken matkap kullanılır.

Sondajlamayla ilgili ek bilgi aşağıdadır.

f_r = Her dönüşteki ilerleme, inch cinsinden

L = Kesme derinliği (uzunluk)

$f_r = \frac{\text{inch}}{\text{dakika}}$ cinsinden besleme hızı, V_i ise besleme hızı

$V_i = f_r \times N$

$N = \frac{\text{devir}}{\text{dakika}}$ $\qquad f_r = \text{Besleme} = \frac{\text{inch}}{\text{devir}}$

$T = \text{Tolerans} = \frac{D}{2}$

Aşağıdaki T_m formülü için kullanılabilir.

$V_i = f_r \times N \left(\frac{\text{inch}}{\text{devir}} \times \frac{\text{devir}}{\text{dakika}} = \frac{\text{inch}}{\text{dakika}}\right)$ O zaman V_i dakikadaki yol demektir.

Sondaj derinliği L ise, sondajlama zamanı $t = \frac{L}{V_i}$ olur.

57) Üretim sırasında kesme için neleri dikkate almak gerekir? Kesme hızı ve zamanı için bir formülasyon yapınız.

Çözüm:
Kesme hızını katalogdan seçin. (V)
Beslemeyi seçin. (f_r)
İlerleme kesme zamanı için milin dakikadaki devir sayısına karar verin. (N)
Kesme zamanı için aşağıdaki formülleri kullanın.
Kesme zamanı (T_m) (Dakika)

$$T_m = \frac{L + T}{f_r \times N_{mil}} = \frac{L + \text{Tolerans}}{f_r \times N \left(\frac{\text{inch}}{\text{devir}}\right) \frac{\text{devir}}{\text{dakika}}} = \frac{L\ (\text{inch}) + T\ (\text{inch})}{V_i\ (\text{inch/dak})}$$

PFS sisteminde:

$$N = \frac{12\ V}{\pi.D} \quad , \quad V = \frac{\pi.D.N}{12}$$

Burada, $V = \frac{\text{feet}}{\text{dakika}}$ cinsinden k alemin veya matkabın kesme hızı, D = inch, N = Milin dakikalık devir sayısı, L = deliğin uzunluğu olarak bilinir. V_i dakikadaki ilerlemedir. $T_m = L/V_i$

Açıklama:
1) FPS sisteminde :

V kesme hızı (feet/dak), N devir (devir/dak) ve D (inch) olarak verilir.

2) MKS sisteminde:

V (metre/dak) kesme hızı, D (mm) çap, N (devir/dak) olarak verilir.

3) 1 feet = 12 inch , 1 m = 1000 mm

Formüllerde çap inch alınır hız (feet/dak), çap mm alınır ve hız (m/dak) bulunur.

- **Parçaların Birleştirilmesiyle İlgili Sorular**

58) Aşağıdakilerden raylarda kullanılan bir katı madde kaynağı seçiniz.
A) Güç kaynağı
B) Termit kaynağı
C) Lazer kaynağı
D) Endüksiyon kaynağı

Cevap: B

59) Aşağıdakilerden direnç kaynağı olanı seçiniz.
A) Punta kaynağı
B) Dikiş kaynağı
C) Lazer kaynağı
D) Endüksiyon kaynağı

Cevap: A

60) Aşağıdakilerden hangisi gazların kullanılmasıyla paslanma ve oksitlenmeyi önlemek amacı ile yapılan kaynaklama işlemidir?
A) Basınçlı gaz kaynağı
B) Gazlı metal ark kaynaklaması
C) Gaz örtülü volfram ark kaynağı
D) Plazma ark kaynağı

Cevap: C

61) Dolgu metalinin 450 °C' de eridiği, ısı ve dolgu metali kullanılarak kalıcı olarak farklı cins malzemelerin birleştirilmesi işlemine ne ad verilir?
A) Gümüş kaynağı
B) Pirinç kaynağı
C) Lehimleme
D) Sıkı geçme

Cevap: B

62) Dolgu metalinin 450 °C' nin altında eridiği, ayrı cins metallerin kalıcı olarak birleştirilmesi işlemine ne ad verilir?
A) Perçinleme
B) Pirinç kaynağı
C) Lehimleme
D) Metallerin eritilmesi

Cevap: C

63) Aşağıdakilerden hangisinin üretimi dikişli ve dikişsiz kaynak operasyonu ile yapılır?
A) Süper alaşımlar
B) Pirinç kütük
C) Boru
D) Çelik plaka

Cevap: C

64) Tig kaynağı ne demektir?
A) Erimeyen bir elektrotla yapılan argon gaz altı kaynağıdır.
B) Basınçlı gaz kaynağıdır.
C) Gazlı metal ark kaynağıdır.
D) Plazma ark kaynağıdır.

Cevap: A

65) Aşağıdaki verilen nedenlerden hangisi iş bağlama aparatlarını önemli yapar?
A) Hızlı ve tekrar edilebilir işlemler
B) Geniş toleranslarda çalışmak
C) Makul maliyet
D) Malzemenin güçlendirilmesi

Cevap: A

66) Delme kalıpları ne için kullanılır?
A) Delik işaretleme mastarı
B) Hızlı kesim işleri
C) İmalatta bükme işlemleri kalıbı
D) Kaynak işlemleri aparatı

Cevap: B

67) Raybalama, diş açma, delik delme işlemleri aşağıdakilerden en çok hangisine ihtiyaç duyar?
A) Delme kalıbı
B) Bağlantı düzeneği
C) Makine mili
D) Bükme aparatı

Cevap: A

68) Kesme işleminde çapaksız kesme yöntemini seçin.
A) Norton kutusu
B) Lazer kesme
C) Elektrotla kesme
D) Kesme kalemi ile kesme

Cevap: B

Açıklama:

1) Buraya kadar kitabımızın makine, mekanik, hidrolik, pnömatik malzeme, imalat bilgilerini tamamlamış bulunuyoruz. Bu bilgiler ile mekatronik için bir alt yapı oluşturduk. Bu bilgileri elektrik, elektronik ve CAM, CAD bilgileriyle takviye edersek, ekte sunulan tabloları öğretebilirsek mekatronik konusunda teknik bir referans kitabı olarak amacımıza ulaşabiliriz.

2) Hidrolik ve pnömatik konularını hazırlayan Doç. Dr. Yüksel PALACI, Teknik Öğretmen İbrahim TUNÇOĞLU, Dursun DURKAL ve Muttalip KILIÇER kitabın kapsamına önemli katkı sağlamışlardır. Bu resimler Alman teknolojisinin ve disiplininin bir örneği olup, okuyucu için çok değerlidir. Değerli katkıları için Sn. PALACI, TUNÇOĞLU, DURKAL ve KILIÇER'e çok teşekkür ederim.

3) Temel Elektrik Bilgileri Bölümünü hazırlayan Dr. İnci Zaim GÖKBAY, Doç. Dr. Sedat NAZLIBİLEK ve CAM, CAD konusunda temel bilgi olabilecek Bilgisayar Destekli Çizim Bölümünü hazırlayan Y. Müh. Aylin Çelik TURAN'a teşekkür ederim. Nezaket ve yardımlaşma böylesi çalışmalarda aranan bir değerdir. Ricamı yerine getirmiş ve bu değerli bölümleri hazırlamış olmalarından dolayı kendilerine takdirlerimi sunarım. M. Oktay ALNIAK, 09.05.2015

VII. BÖLÜM
HİDROLİK VE PNÖMATİK MEKANİZMALAR

Bölüm Yazarları: Öğretim Üyesi Doç. Dr. Yüksel PALACI
Teknik Öğretmen İbrahim TÜRKOĞLU
Teknik Öğretmen Dursun DURKAL
Teknik Öğretmen Muttalip KILIÇER

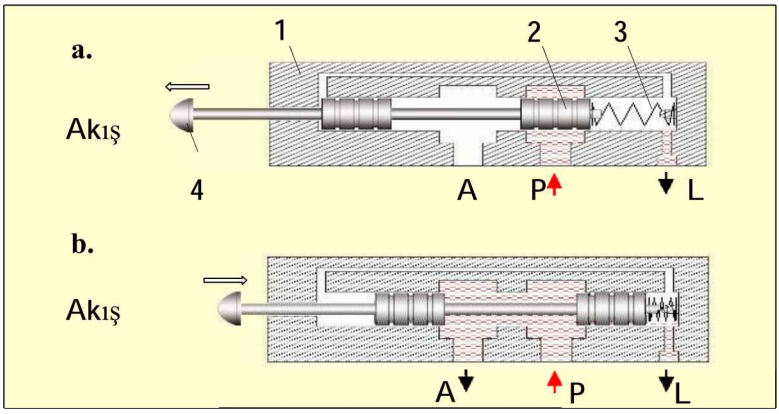
HİDROLİK YÖN KONTROL VALFLERİ

Hazırlık Çalışmaları

1. Yön kontrol valflerinin yapısını inceleyip çalışmalarını araştırınız.
2. Oturmalı ve sürgülü yön kontrol valflerinin çalışmalarını karşılaştırınız.
3. Valf kumandası ve çeşitlerini araştırınız.
4. Hidrolik sistemleri inceleyip üzerindeki valflerin yol ve konum sayılarını araştırınız.
5. Normalde açık ve normalde kapalı valf kavramlarını araştırınız.
6. Valflerde merkezleme konumunun önemini inceleyiniz.
7. Yön kontrol valflerinde, arıza arama ve çözümlerini araştırınız.

7.1 Yön Kontrol Valflerinin Tanımı

Yön kontrol valfleri, hidrolik sistemin temel elemanlarından olup, görevi; sistemdeki akışkanın yolunu açmak, kapamak ya da yönünü değiştirmektir.
Böylece yön kontrol valfleriyle hidrolik silindir ve hidrolik motor gibi iş elemanlarının hareket yönleri ve hareketleri kontrol edilir.
Yön kontrol valfleri, elle ya da otomatik olarak çalıştırılabilir. Şekil 7.1'de el uyarılı kumanda edilen bir yön kontrol valfi görülmektedir.
Şekil 7.1.a'da valfin basınç hattı kapalıdır. Bu konumda yay etkisi ile geri konumda bulunan pistonun hareketiyle hidrolik akışkan tanka döner.
Şekil 7.1.b'de butona basılmasıyla, yay kuvveti yenilir ve basınç hattı yolu iş elemanı yoluna doğru açılır.



Şekil 7.1 Yön Kontrol Valfinin Yapısı

Yön kontrol valfinin başlıca kısımları şunlardır:
1: Pistonun hareket ettiği gövde
2: Piston
3: Geriye dönüş yayı
4: Buton
P: Basınç hattı
A: İş elemanı bağlantı hattı
L: Sızıntı hattı

7.2 Tasarım ve İmalat Yönünden Yön Kontrol Valfleri

Yön kontrol valflerinde akış yolunun açılması ya da kapanması, oturmalı bir disk ya da sürgülü bir piston sayesinde olur. Dolayısıyla, valflerin konstrüksiyonu yönünden; oturmalı tip ve sürgülü tip şeklinde sınıflandırılması mümkündür.

7.2.1 Oturmalı Tip Yön Kontrol Valfleri

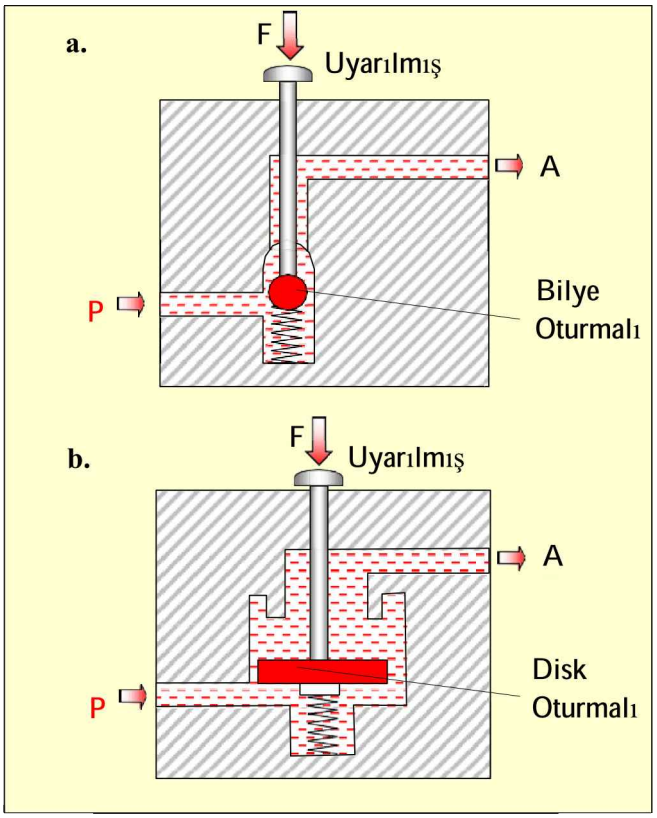
Oturmalı valflerde akış yolunun açılması ya da kapanması, oturmalı bir disk ya da sürgülü bir piston sayesinde olur.
Dolayısıyla valfler, konstrüksiyonu yönünden iki tip olarak sınıflandırılır.

- **Bilyeli tip yön kontrol valfleri (Şekil 7.2.a)**

Bu valflerin imalâtı basittir. Ancak bilye titreşimi eğimli olduğundan, gürültü meydana gelir. Genellikle tek yönlü kapama valfi olarak kullanılır.

- **Diskli tip yön kontrol valfleri (Şekil 7.2.b)**

İmalâtı hassas yapılır. Dolayısıyla sızdırmazlık etkisi yüksektir. Yön kontrol valfi olarak kullanılır.



Şekil 7.2 Oturmalı Tip Yön Kontrol Valfinin Yapısı

7.2.2 Sürgülü Tip Yön Kontrol Valfleri

Sürgülü valfler, eksenel ve döner sürgülü olmak üzere iki çeşittir.

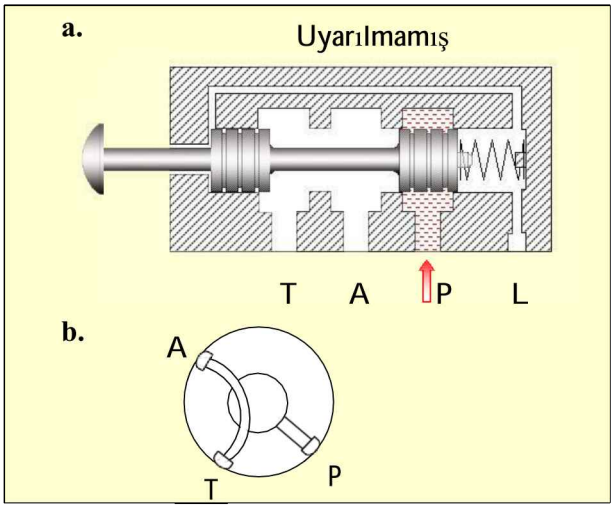
- **Eksenel Sürgülü Valf (Şekil 7.3.a)**

Bu valflerin gövdesi üzerinde bir yuva ve içinde eksenel hareket yapan piston vardır. Bu piston hareketiyle, çeşitli yollar açılır, kapatılır ya da konum değiştirilir.

- **Döner sürgülü Valf (Şekil 7.3.b)**

Bu valfte, kontrol milinin döndürülmesi ile kanallar (yol) birbirine bağlanır.

Daha yüksek basınçlar gerektiren uygulamalarda kullanım alanı azdır. Çünkü büyük tetikleme (etki) kuvvetine gerek duyulur.



Şekil 7.3 Sürgülü Tip Yön Kontrol Valfinin Yapısı

Günümüzde, birkaç modeli dışında uygulama alanı kalmamıştır. Sürgülü valf özellikleri:

- Yağ kaçakları (sızıntı) söz konusudur.
- Kirliliğe karşı duyarlıdır.
- Konstrüksiyonları basittir.
- İyi basınç dengelemesi vardır.
- Kumanda yolu uzun değildir.

Dezavantajları olmasına rağmen, avantajlarının fazla olması nedeniyle, günümüzde sürgülü valflerin kullanım alanı yaygındır.

7.3 Valflerin Tanımlanması

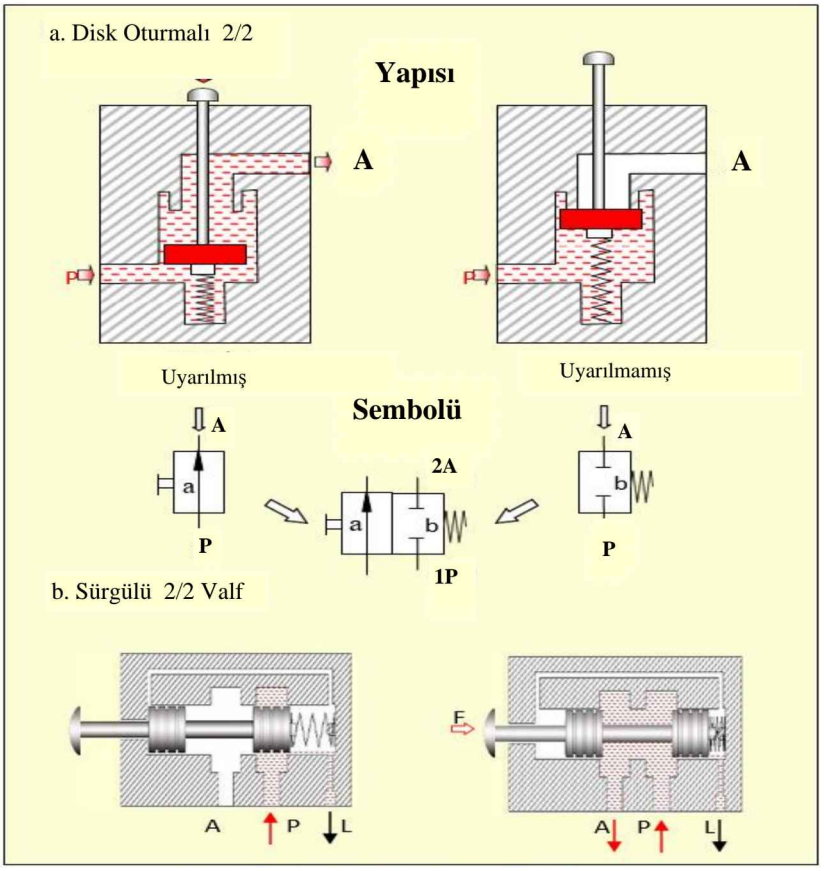
Valflerin tanımlanmasında kısa yazılımları verilir. Burada, kumanda tekniği ve fonksiyonu ile ilgili bilgiler verilir. Buna göre yol sayısı ve konum sayısı belirtilir. Yol sayısı, valfe bağlanabilecek maksimum hortum sayısıdır. Konum sayısı ise valfte seçilebilecek pozisyon sayısıdır. Konumlar, valf sembollerinde kareler halinde gösterilir. Kare sayısı, konum sayısını verir. Valflerin kısa yazılımında yol sayısı, konum sayısından önce yazılır (3/2 üç yollu iki konumlu gibi).

7.3.1 Valf Tanımları ve Çeşitleri

- **2/2 yön kontrol valfleri**

Valflerin tanımlanmasında basınç hattı girişi "P" ve diğeri çıkış "A"şeklinde iki bağlantı yeri vardır. 2/2 yön kontrol valflerinin konstrüksiyonları; disk oturmalı (Şekil 7.4.a) ve sürgülü tip olabilir (Şekil 7.4.b). Daha önce de açıklandığı gibi; disk oturmalı tipinde sızdırmazlık temini iyidir. Ancak konum değiştirmek için büyük kuvvet gerekir. Sürgülü tipinde ise sızdırmazlık temini iyi değildir. Buna karşılık, konum değiştirme kuvveti azdır.

Valfin fonksiyonu; "b" konumunda "P" ve "A" kapalıdır. El kuvvetiyle valf "a" konumuna getirildiğinde "P"den "A"ya akış gerçekleşir. El etkisi kaldırıldığında, valf yay sayesinde tekrar "b" konumuna gelir.



Şekil 7-4:Yön Kontrol Valfi Çeşitleri ve Yapıları

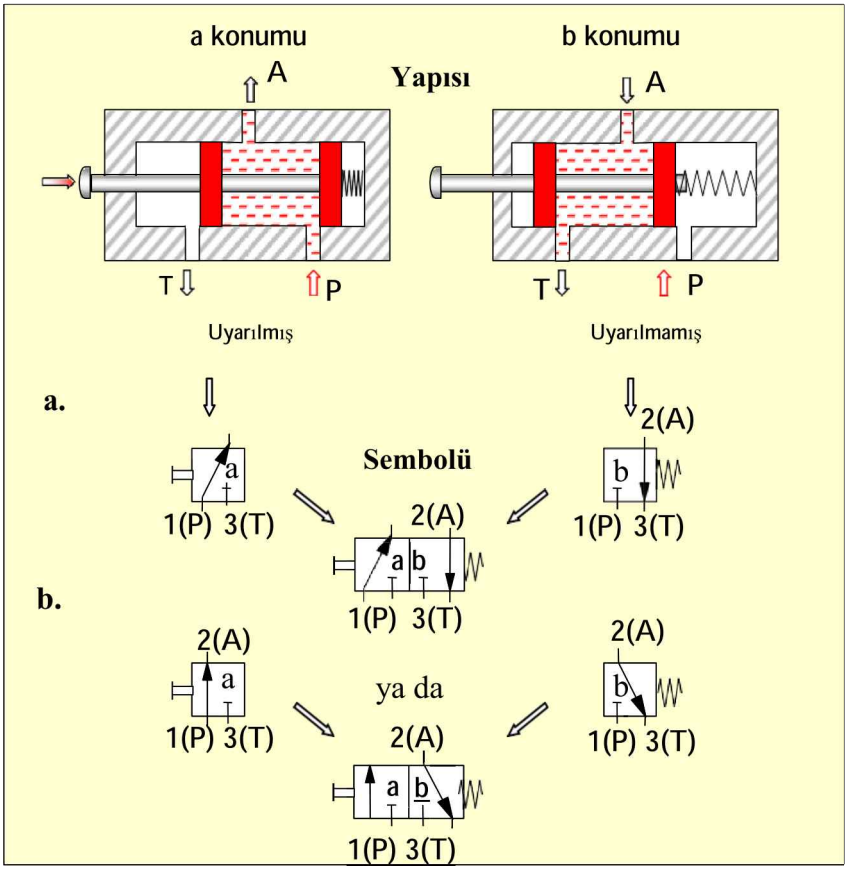
- **3/2 yön kontrol valfleri**

Bu valfin; bir başlangıç hattı "P", bir iş elemanı hattı "A" ve bir de depo (tank) hattı "T" olmak üzere, üç bağlantı yeri vardır (Şekil 7.5).

Valfin konstrüksiyonu, piston sürgülüdür. Oldukça büyük konum değiştirme kuvvetine karşılık, gövde ile piston arasındaki tolerans boşluğu nedeniyle, sızdırma söz konusudur.

Valfin fonksiyonu; "b" konumunda (sakin) "P" kapalı, "A" ve "T" açıktır. "a" konumunda (uyarılı) ise "T" kapalı ve "P" hattı "A"ya açıktır.

3/2 yön kontrol valfleri, tek etkili silindirlerin kumandasında kullanılır. Bu valflerde bağlantı yerlerinin durumuna göre, sembolleri Şekil 7.5.a ve 7.5.b'deki gibi olur.



Şekil 7-5 3/2 Yön Kontrol Valflerinin Yapıları ve Sembolleri

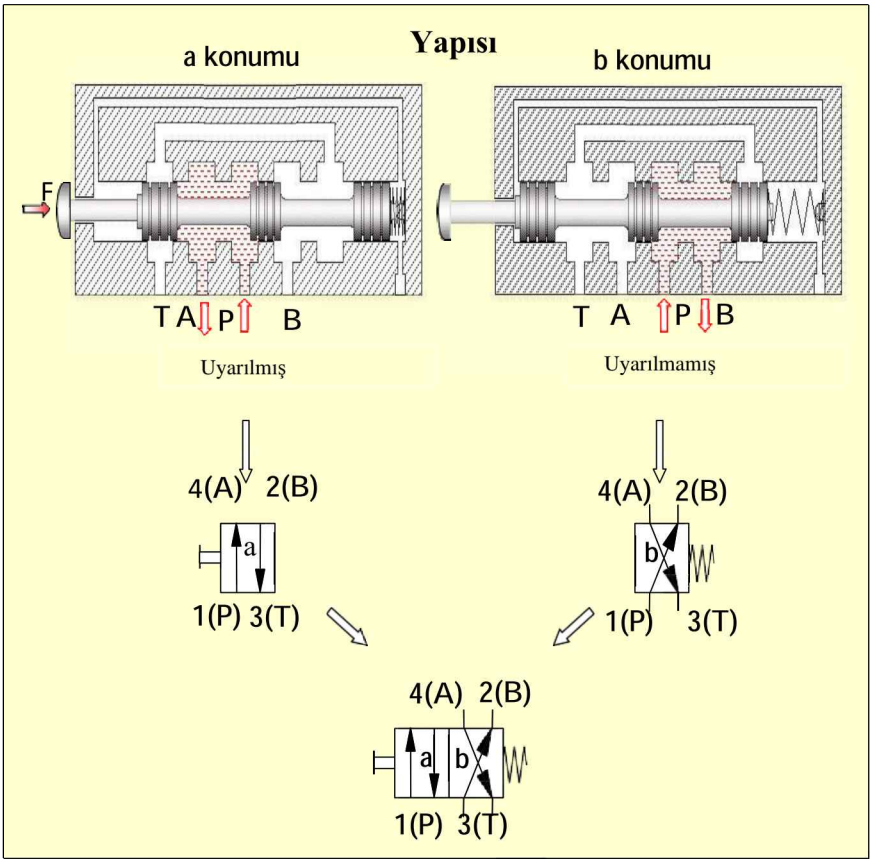
- **4/2 yön kontrol valfleri**

Basit hidrolik devrelerde doğrudan akış için 2/2 ya da 3/2 valfler yeterlidir. Ancak, devre biraz karmaşık hale gelir ve çift etkili silindirlerin çalıştırılması söz konusu olursa, 4/2 yön kontrol valfleri kullanılır.

Bu valflerin konstrüksiyonu, piston sürgülüdür. Çift etkili silindirlerin kumandasında kullanılır.

4/2 yön kontrol valfinin; iki iş elemanı hattı (A,B), bir basınç hattı (P) ve bir de depo (tank) hattı şeklinde dört bağlantı hattı vardır.

Bu valfin fonksiyonu; "b" konumunda (sakin) "P" hattı "B" ye ve "A" hattı da "T" ye açıktır. Uyarılmış durumdaise "P" hattı "A"ya ve "B" hattı da "T" ye açıktır. (Şekil 7.6).



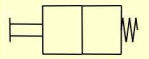
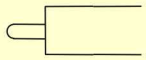
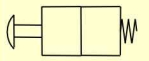
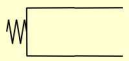
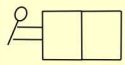
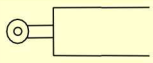
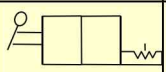
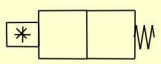
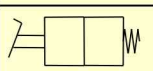
Şekil 7-6 4/2 Yön Kontrol Valferinin Yapıları ve Sembolleri

7.3.2 Valf Kumandası ve Çeşitleri

Bir yön kontrol valfinin konumu, çeşitli kumanda şekilleriyle değiştirilebilir. Valfin kumanda şekli, sembole eklenen bir işaretle belirtilir. Bu işaretler; bir buton, kol ya da pedal olabilir.

DIN – ISO 1219'da kumanda şekilleri verilmektedir. Şekil 7.7'de elle kumanda ve mekanik kumandaya ait şekiller görülmektedir.

Bunlarda, valfin eski konumuna gelmesi için, bir geri dönüş yayı mevcuttur. Kol ile kumandada ise bir kilitleme tertibatı vardır.

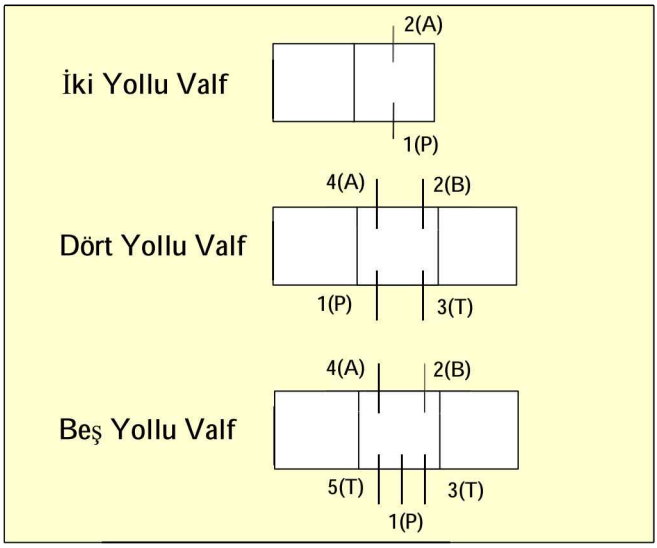
Elle Kumanda		Mekanik Kumanda	
Yay geri dönüşlü ve sızıntı hatlı genel sembol		Pimli kumanda	
Butonla kumanda ve yay geri dönüşlü		Yaylı kumanda	
Kolkumandalı		Makaralı kumanda	
Kol kumandalı ve kilitlemeli		Genel sembol: standart bir işaret yoksa, kumanda şekli açıklaması	
Pedal kumandalı ve yay geri dönüşlü			

Şekil 7.7 Valf Kumandası Çeşitleri

7.3.3. Valflerin Yol Sayısı

Yol sayısı: Valfe bağlanabilecek en fazla hortum sayısıdır. Bir valf sembolü üzerindeki yol sayısı, sadece bir konumda bulunan bağlantı sayısıdır. Sürgülü valflerde, sızıntı problemi olabileceğinden, ayrıca sızıntı hattı (L) vardır. Ancak, yol sayısının ifadesinde bu durum göz önüne alınmaz.

Yolların belirtilmesi, harf (A,B,P,T) ya da rakamla (1,2,3,4) olur. Ancak, hidrolik valflerde, genellikle harflerle anlatımı tercih edilir (Şekil7.8).



Şekil 7.8 Valflerin Yol Sayısı

7.3.4 Valflerin Pozisyon Durumları

Konum sayısı, valfte seçilebilecek pozisyon sayısıdır. Konumun belirtilmesi için Şekil 7.9.a'daki gibi kare şekil kullanılır.

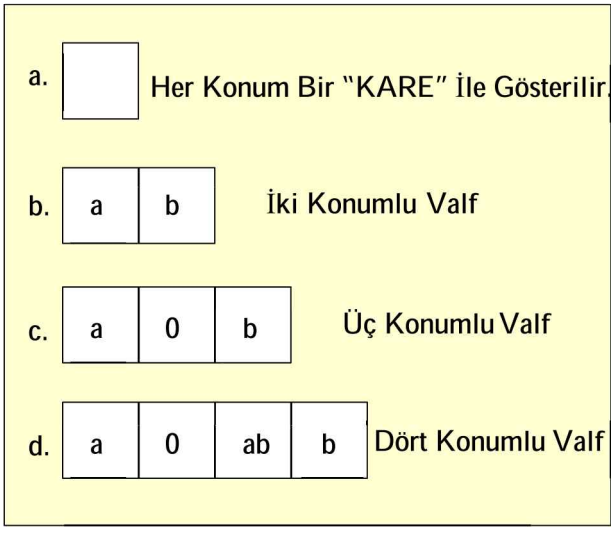
Konum sayısı, sembol üzerindeki her karenin sayılması ile bulunur.

Yön kontrol valfleri en az iki konuma sahiptir (Şekil 7.9.b).

Üç konumlu valflerin ve dört konumlu valflerin orta konumu bekleme amaçlıdır.

- Üç konumlu valf (Şekil 7.9.c)
- Dört konumlu valf (Şekil 7.9.d)

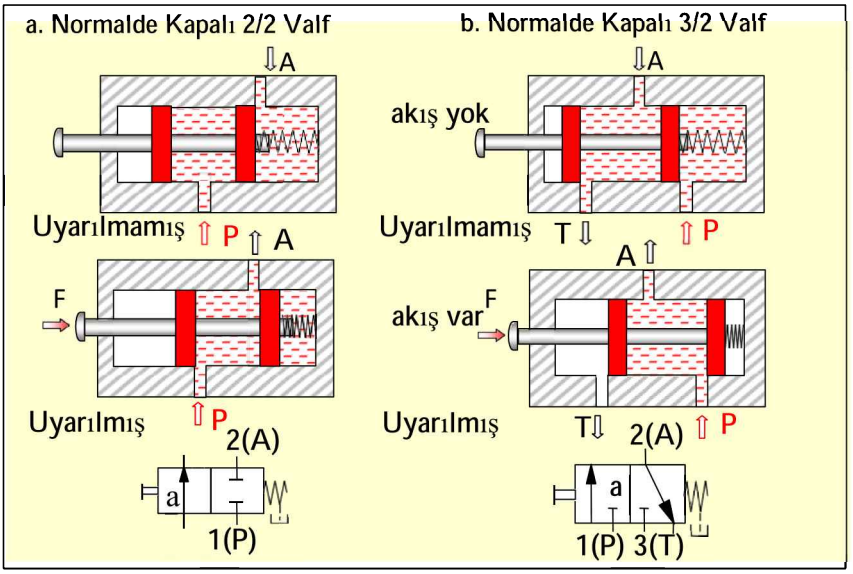
Valfin bulunduğu konumdaki durumu, akış şeklinin tanımlanmasını da sağlar. Valf sakin konumdayken akış yoksa "normalde kapalı valf", akış varsa "normalde açık valf" adını alır. Valfler daima sakin konumlarıyla belirtilir.



Şekil 7.9 Valflerinin Konum Sayısı

7.3.4.1 Normalde kapalı

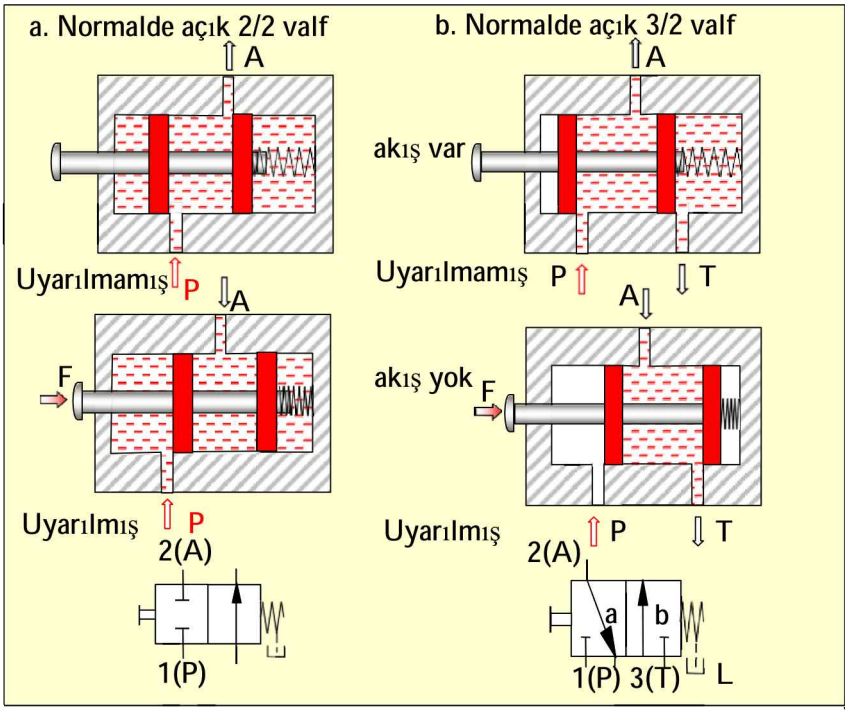
Normalde kapalı bir valf, sakin konumda basınçlı akışkanın iş elemanına gitmesine izin vermez. Ancak uyarıldığı zaman akış başlar. Şekil 7.10.a'da normalde kapalı 2/2 valf ve Şekil 7.10.b'de ise normalde kapalı 3/2 valfin yapıları ve sembolleri görülmektedir.



Şekil 7.10 Valflerin Normalde Kapalı Pozisyonları

7.3.4.2 Normalde açık

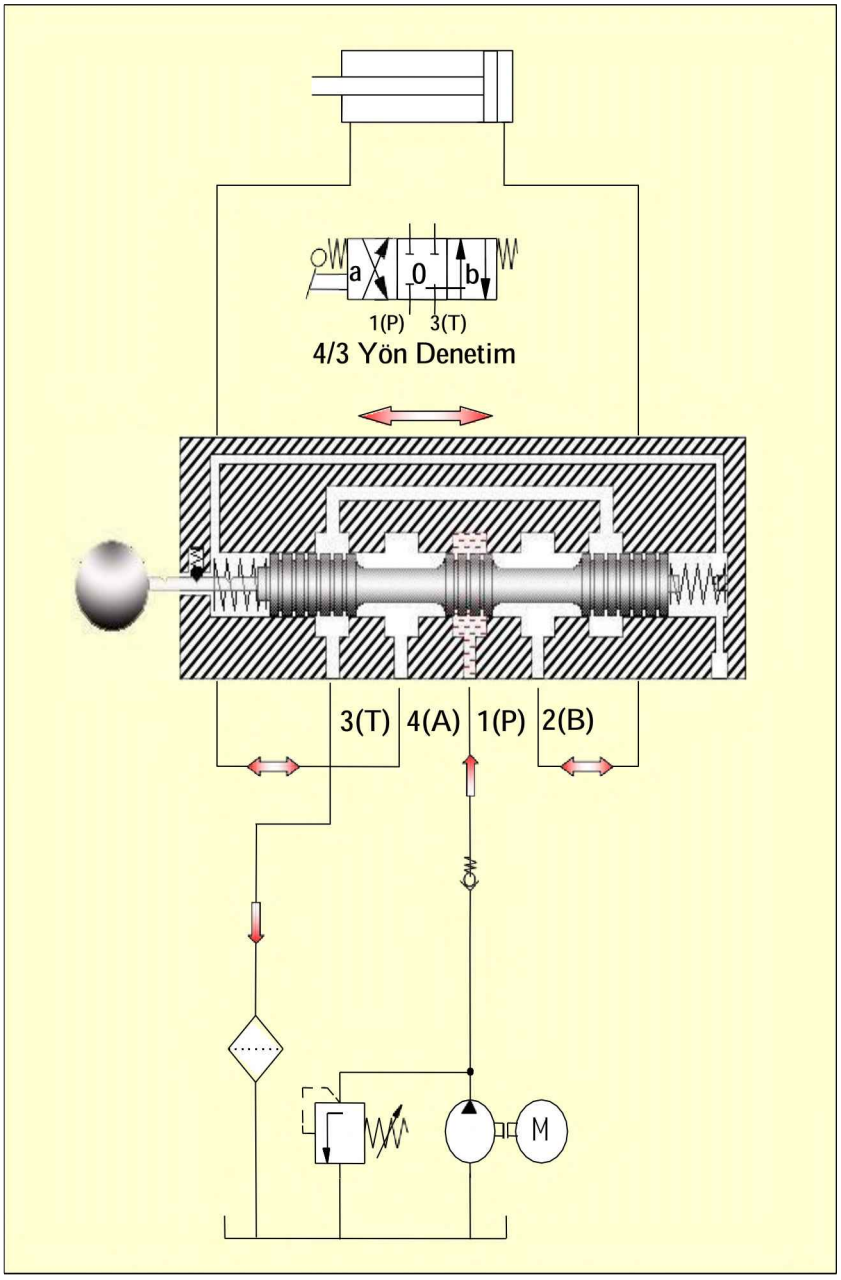
Normalde kapalı bir valf, sakin konumda basınçlı akışkanı doğrudan iş elemanına gönderir. Uyarıldığı zaman ise akışı keser. Şekil 7.11.a'da normalde açık 2/2 valf ve Şekil 7.11.b'de ise normalde açık 3/2 valfin yapıları ve sembolleri görülmektedir.



Şekil 7.11 Valflerin Normalde Açık Pozisyonları

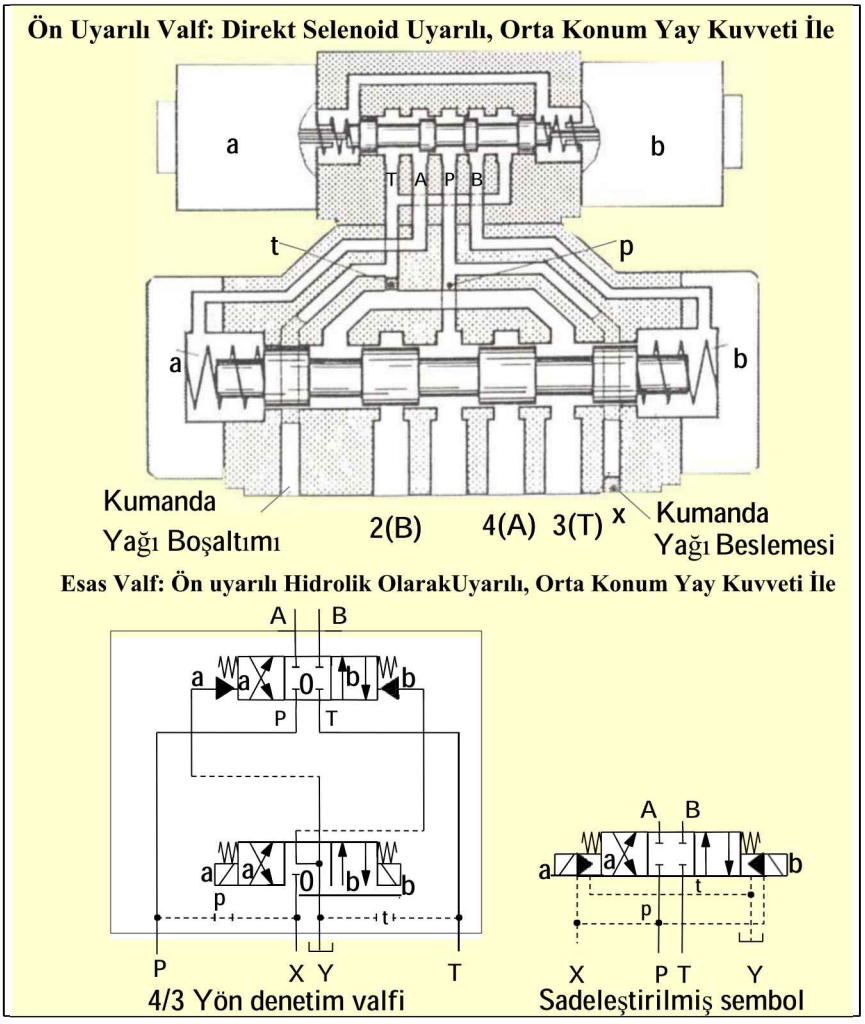
7.3.5 Valflerin Merkez Konumları

Valflerin merkezleme konumu, yay ya da basınçla sağlanır. Valfin konum değişmesi ise pilot valf, sürgülü valf ve elektrik kumandası şeklindedir. Burada 4/3 yön denetim valfleri kullanılır. Bu valflerde orta konum "0", merkezleme konumudur. Şekil 7.12'de, 4/3 yön denetim valfinin yapısı ve kumandası görülmektedir.



Şekil 7.11 Doğrudan (Endirekt) Uyarılı 4/3 Yön Denetim Valfi ve Kumandası

Ön uyarılı (endirekt) yön kontrol valfleri (yay merkezlemeli): Bu valflerde küçük bir anahtarlama kuvvetiyle büyük akışların ya da basınçların kumandası gerçekleştirilir. Ön uyarılı (endirekt) valfler, iki valften meydana gelir. Küçük olan ön uyarılı (endirekt) uyarı; büyük olan ise esas valftir. **Endirekt** uyarılı valfi, kullanıcı tarafından elle ya da elektrik sinyaliyle uyarılır. Bu valf de esas valfin hidrolik olarak konum değiştirmesini sağlar (Şekil 7.13).



Şekil 7.13: Ön Uyarılı (Endirekt)4/3 Yön Denetim Valfi (Yay Merkezlemeli)

7.3.6 Valfler üzerinde bulunan harf ve rakamların anlamları

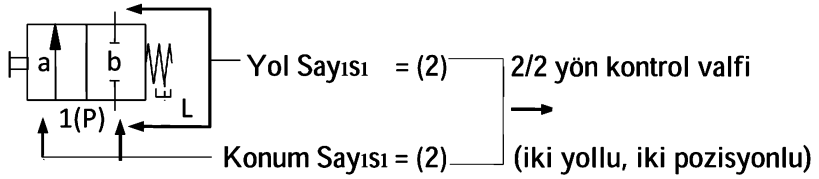
Yön kontrol valfleri, birbirine yapışık birden fazla karelerle gösterilir.

- Karelerin sayısı, valfin konumlarının sayısını verir.
- Karelerin içindeki oklar, hidrolik akışkanın yönünü gösterir.
- Kare içindeki çizgiler, hatların bağlantı durumlarını açıklar.
- Valflerin kısa yazılımlarında yol sayısı konum sayısından önce yazılır.
- Her bağlantı bir harfle adlandırılır.

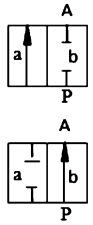
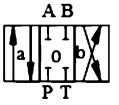
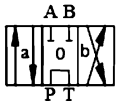
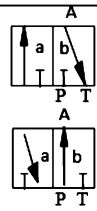
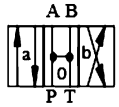
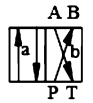
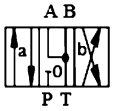
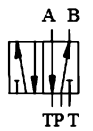
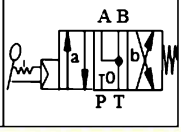
Bağlantı hattı : P
Depo (tank) hattı : T
Sızıntı hattı : L
Çalışma hatları : A, B
Kumanda hatları : Z, Y, X

Örnek:

2(A)

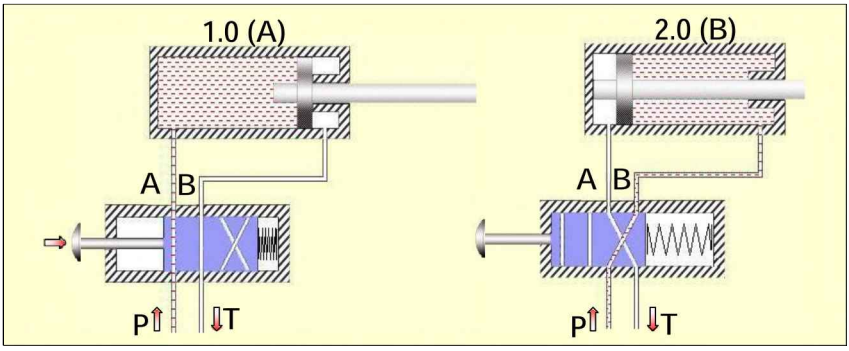


Bu mantıkla adlandırılmış diğer yön kontrol valfleri, Şekil 7.14'te gösterilmiştir.

2/2 yön kontrol valfi -Sakin konumda kapalıdır. (P→A akış yok.) -Sakin konumda açıktır. (P→A akış var.)		**4/3 yön kontrol valfi** -Sakin konumda, (merkez) hatlar kapalıdır. (A,B,P,T)	
		-Sakin konumda, orta konum (0) depoya (tanka) dönüşlüdür. (A,B,P→T)	
3/2 yön kontrol valfi -Sakin konumda kapalıdır. (P,A→T) -Sakin konumda açıktır.		-Sakin konumda orta konum H bağlantılıdır. Tek silindir çalıştırılır. Orta (merkez) konumda bile piston ileriye gider.	
4/2 yön kontrol valfi -Sakin konumda; P→B, açık A→T, açık		-Sakin konumda, orta konum kapalı yüzey şeklindedir (P,A→B→T). Piston elle kaydırılabilir.	
5/2 yön kontrol valfi -Sakin konumda; P→B, açık A→T, açık		**4/3 yön kontrol valfi** -Sakin konumda, orta konum hatları kapalıdır. Çok konumlu valfler 5 yollu olarak yapılır.	

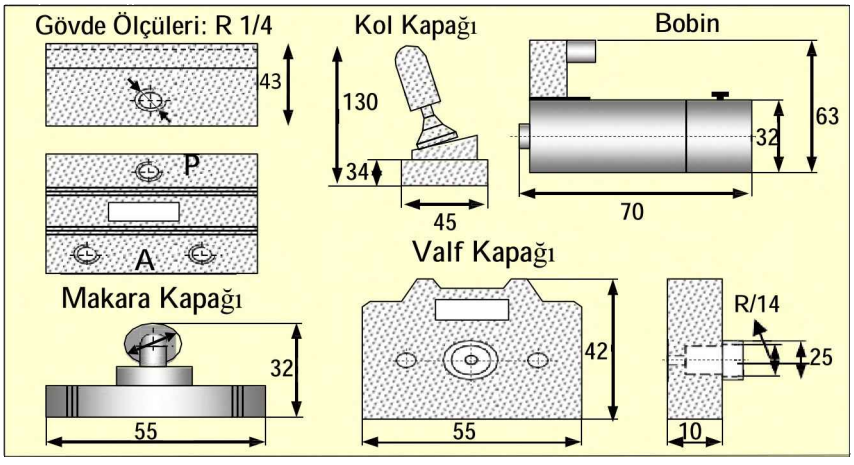
Şekil 7.14 Hidrolik Yön Kontrol Valflerinin Anlatımları

7.4. Yön Kontrol Valflerinin Bağlantı Ölçüleri



Şekil 7.15 Yön Kontrol Valfinin Bağlantıları

Yön kontrol valflerinin bağlantıları, yol ve konum (pozisyon) sayılarına göre değişir. Ayrıca konstrüksiyonları da önemlidir. Oturmalı tip valflerde sızdırmazlık temini iyidir. Sürgülü valflerde ise sızdırmazlık temini iyi değildir. Dolayısıyla bir sızıntı hattı (L) ilâve edilir. Tipleri, üretici firmalara göre değişirse de bağlantı hatlarının ölçüleri standarttır. Özellikle boru diş kullanım kısımlar, parmak (“) birimine göre ölçülendirilir. Şekil 7.16’da, hidrolik ve pnömatik elemanların bazı ölçüleri verilmiştir.



Şekil 7.16 Hidrolik ve Pnömatik Bağlantı İçülerine Örnekler

Yön kontrol valflerinin hidrolik sisteme bağlantısı, üç şekilde olur. Bunlar; montaj plakasına bağlantılar, vidalı bağlantılar, flanşlı bağlantılardır. Burada hatırlanması gereken bir husus, akış kontrol valflerinin flanşlı bağlantısının olmamasıdır.
Sandviç (monifold) bağlantılar daha sık kullanılır. Burada, uzun civatalar ya da çubuklarla, valflerin tamamı bir devre oluşturmak üzere bağlantısı yapılır. Bu tür bağlantılarla boru bağlantıları azaltılır. Ancak az sayıda hat bağlanabilir.
Montaj plakalı valfleri bağlarken dikkat edilmesi gerek hususlar vardır. Bunlar; valf ve valfin üzerine monte edildiği montaj plakası arasındaki o – ring (conta) halkadır. Bazı valf gövdeleri ise havşalıdır. Diğerlerinde conta tabakaları kullanılır. Civatalar sıkılırken eşit kuvvet temini için **Torkmetre** kullanmak gerekir.
Valflerin çoğunda ek hat bağlantıları vardır. Ayrıca hidrolik elemanların çoğunda, ayarlanması gereken mekanik hareketlendiriciler vardır. Kolla çalışan valflerin çoğunda, bağlantı kolunun ayarı çok önemlidir. Örneğin; 0.40 mm'lik bir montaj hatası bile ayarın bozulmasına ve valf çalışmasının değişmesine neden olabilir. Bu valfler, sağlam bir tabaka üzerine sıkıca monte edilmelidir.
Kolla çalıştırılan valflerin sökülüp takılmasında, kolun konumu değiştiyse bu açıklanmalıdır. Aksi hâlde, silindirin ya da hidrolik motorun kumandasında ters işlemler gerçekleşir.

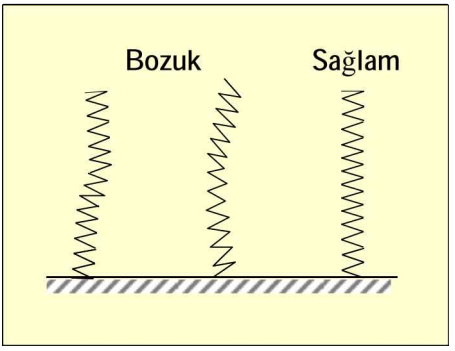
7.5 Yön Kontrol Valflerinin Bakımı ve Onarımı

Genel olarak valf, iki nedenden dolayı kontrol edilir. Bunlar, düzenli ana bakım ya da sistemin bozulmasıdır. Bakımda, valfin arızalı olduğu şüphesi gerekmez. Periyodik olarak zamanı geldiğinde valf sökülüp temizlenir. Valf test edilir, gerekirse valfin parçaları değiştirilir.
Hidrolik sistemde şu sorunlarla karşılaşılır:

- Aşırı kaçak (sızıntı)
- Yapışma ve tutukluk
- Bozuk kontrol elemanı (manometre, debimetre vb.)
- Çatlak ya da kırık elemanlar (Kırık yay, pim vb.)

Bu durumda devre test edilmelidir. İlk olarak sistemin bakım kartı incelenmelidir. Daha sonra devre şeması gözden geçirilmelidir.

Valfin bakımı için valf sökülür. Ancak bu durumda valfin bir şemasının olması, montajda kolaylık sağlar. Yeterli kontrol için, bütün parçalar iyice temizlenerek; çizik, kırık vb. durumlar araştırılır.Temizleme işleminde gaz yağı vb. petrol ürünleri kullanılmalıdır. Parça muayenesi çok dikkatli yapılmalıdır. Örneğin; sızdırmazlık elemanlarının kontrolüne pek gerek yoktur. Çünkü bunlar periyodik bakımlarda düzenli olarak değiştirilir. Eğer valf sökülmüşse, keçeler iyi durumda görünüyorsa da değiştirilmesi doğru olur.



Şekil 7.17 Valf Yaylarının Kontrolü

Valflerin en önemli elemanlarından biri de yaylardır. Geri dönüş ve merkezleme elemanı olan yaylar Şekil 7.17'de görüldüğü gibi sağlam olmalıdır. Birçok valfin; selenoid, bobin, diyafram ve motor gibi elemanları vardır. Bunların da iyi durumda olması gerekir. Bunlarla ilgili arıza tespiti Tablo 7.1'de verilmiştir.

Tablo 1 Valflerde Arıza Arama

Valflerde Arıza Arama		
Problem	**Nedeni**	**Çözümü**
Hidrolik valf pistonunun tepkisi yavaştır.	Sistemdeki kir	Sistemi boşaltınız. Gerekirse söküp temizleyiniz.
	Tıkalı tahliye hattı	Küçük bağlantı elemanlarını ya da konularını kontrol ediniz.
	Düşük pilot basıncı	Pilot basınç sistemini kontrol ediniz.
	Selenoid arızalı	Doğru elektrik gerilimini (AC ~ DC) ve frekansını kontrolediniz.
	Valf gövdesinin deforme olması	Selenoidi alıp alanı kontrol ediniz.
Hidrolik valf sürgüsü hareket etmiyor.	Sistemdeki kir	Valfi söküp temizleyip yıkayınız.
	Tıkalı tahliye hattı	Tapa (tıkaç) ya da yabancı maddeleri kontrol ediniz.
	Pilot basıncı yoktur.	Pilot basınç kaynağını kontrol ediniz.
	Selenoid çalışmıyor.	Elektrik kaynağını ve selenoid alanını kontrol ediniz.
	Deforme olma	Gövde ve boruları merkezleyiniz.
	Bakımdan sonra yanlış montaj	Valfin şemasını alarak, doğru montaj için parça resimlerini inceleyiniz.
Valf çalışma kısmında arzu edilmeyen tepki oluşturuyor.	Yanlış monte edilmiş bağlantılar	Montaj resmini kontrol ediniz.
	Yanlış valf montajı	Valfin parçalarını ve resimlerini kontrol ediniz.
	Hidrolik valf sürgüsü ters monte edilmiş	Hidrolik valf sürgüsünün bütün uçlarının yönünü değiştiriniz.
	Yapışma ve tutukluk	Kirli ya da yapışkan artıkların ve kirlerin olup olmadığını kontrol ediniz. Sistemdeki aşınmış parçaları ve havayı kontrol ediniz.

Değerlendirme Çalışmaları

1. Yön kontrol valfinin görevi ve başlıca kısımlarını açıklayınız.

2. Oturtmalı yön kontrol valflerinin avantaj ve dezavantajlarını anlatınız.

3. Sürgülü yön kontrol valflerinin avantaj ve dezavantajlarını açıklayınız.

4. Valf kumandası ve çeşitlerini sınıflandırınız.

5. Valflerin tanımlanmasında, yol ve konum sayılarını açıklayınız.

6. Normalde kapalı ve normalde açık valfin sakin konumlarını açıklayınız.

7. Valflerde merkez konumu nedir? 4/3 valfin sakin ve orta konumda, basınçlı akışkanın tanka dönmesini şekil çizerek açıklayınız, önemini belirtiniz.

8. Yön kontrol valflerinin sökülmesinde nelere dikkat edilmelidir?

9. Yön kontrol valfleri nasıl temizlenir?

VIII. BÖLÜM
HİDROLİK AKIŞ KONTROL VALFLERİ

Bölüm Yazarları: Öğretim Üyesi Doç. Dr. Yüksel PALACI
Teknik Öğretmen İbrahim TÜRKOĞLU
Teknik Öğretmen Dursun DURKAL
Teknik Öğretmen Muttalip KILIÇER

Hazırlık Çalışmaları

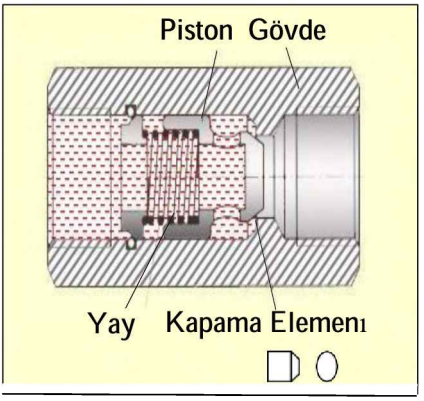
1. Çek valflerin yapısını, kullanım yerlerini ve montajlarını inceleyiniz.
2. Akış kontrol valflerinin kullanım yerlerini ve amaçlarını araştırınız.
3. Akış kısma valfi ile akış ayar valfinin önemli özelliklerini araştırıp karşılaştırınız.
4. Akış ayar valfinin yapısını inceleyip kullanım yerlerini araştırınız.
5. Akış kısma valfinin yapısını inceleyip kullanım yerlerini araştırınız.
6. Yol sayılarına göre akış kontrol valflerini (akış ayar) araştırıp hangi özelliğe göre sınıflandırıldığını inceleyiniz.
7. Akış kontrol valflerinin; bağlantı ölçülerini, montaj şekillerini ve bakım metotlarını araştırınız.

8.1 Çek Valfler (Tek Yönlü)

8.1.1 Tanımı ve Görevi

Çek valfler, hidrolik sistemlerde hidrolik akışkanı, isteğe bağlı bir yönde serbest geçmesini sağlayan, diğer yönde ise engelleyen elemanlardır.

Bu valfler engelleme işini kapama şeklinde yaptıklarından, kapama valfi olarak da adlandırılır. Bu kapama işi, tamamen sızdırmaz olması gerektiğinden konstrüksiyonları oturmalı valf prensibine göre yapılır. Kapama elemanı, genellikle küresel ya da konik şeklindedir (Şekil 8.1). Bu elemanlar, hidrolik akışkanın bir yönde kapalı tutularak, tersi olan diğer yönde serbest bırakılmasını sağlar.



Şekil 8.1 Çek Valfleri

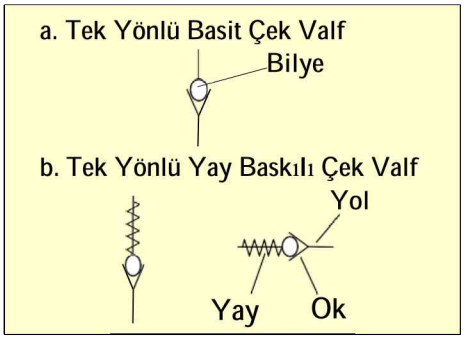
Kapama elemanı olarak genellikle bilyeli tasarımlar kullanılır. Bunun nedeni basit ve ekonomik olmasıdır. Ancak bilyenin deforme olması kontrol edilmelidir.

8.1.2 Çek Valflerinin Çeşitleri

Çek valfler uygulama alanlarına bağlı olarak, çeşitli şekillerde yapılır.

- **Basit Çek Valfler**

Bunların konstrüksiyonlarında yay kullanılmaz. Dolayısıyla akışkan hızı ve basıncı düşük olan basit sistemlerde kullanılır (Şekil 8.2.a). Bu çek valfler sisteme, daima düşey (dik) konumda monte edilmelidir. Çünkü akış olmadığı zaman bile yer çekimi kanununa göre kendi ağırlığı ile akış yolunu kapatır.



Şekil 8.2 Basit Çek Valfler

- **Yaylı Çek Valfler**

Bu valfler, temel olarak; gövde, yay, piston ve kapama elemanından (bilye, konik parça) meydana gelir (Şekil 8.1). Valfin içinden ok yönünde bir akış olduğunda, bilye akışkan basıncıyla itilerek oturma yüzeyinden ayrılır ve akış yolu açılır. Diğer yönde ise yay tarafından itilerek, oturma yüzeyini kapatır. Böylece, akış durur. Bu valfler, 0,5 ~ 5 bar arasındaki basınçlarda uygundur. Ayrıca yatay ve düşey şeklinde de bağlanabilir (Şekil 8.2.b).

- **Ön Uyarılı (Pilot Kumanda) Çek Valfler**

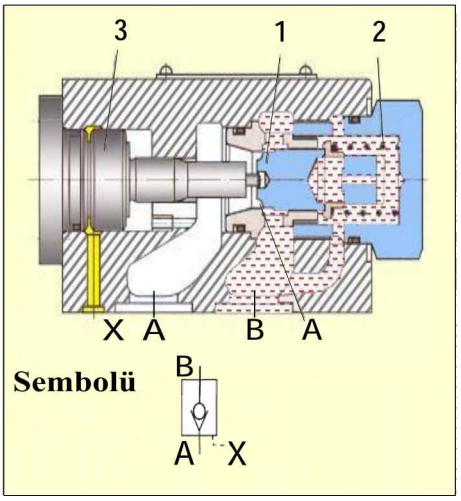
Bu valfler, basit çek valflere göre kapama yönünde de akışa izin verir.
Ön uyarılı (pilot) çek valfler, şu amaçların gerçekleştirilmesi için;

a. Basınç altında çalışan güç devrelerinin kapatılmasında,

b. Kaldırılmış yüklerde, bir bağlantının arızalanması durumunda, yükün aşağıya inmesini önlemede,

c. Hidrolik olarak sabitlenmiş çalışma elemanlarında, sürtünme ve sızma hareketlerinin önlenmesinde kullanılır.

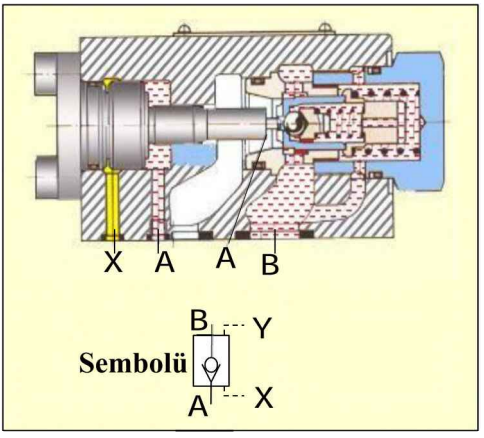
Şekil 8.3'te yapısı ve sembolü görülen bu valflerde serbest akış, "A"dan "B"ye doğrudur.
Akışkan basıncı, ana kapama elemanının A1 alanına (1) etki yapar. Böylece kapama elemanı oturma yüzeyinden ayrılarak akış gerçekleşir. Normal şartlarda "B"den "A"ya akış söz konusu olmaz. "X" hattından pilot besleme yapılırsa akış gerçekleşir. Bu da uzaktan kumanda imkânı sağlar. Bu durumda, pistonu farklı konumlarda durdurmak mümkündür.



Şekil 8.3 Ön Uyarılı ve Hatsız Çek Valfin Yapısı ve Sembolü (Mannesmann)

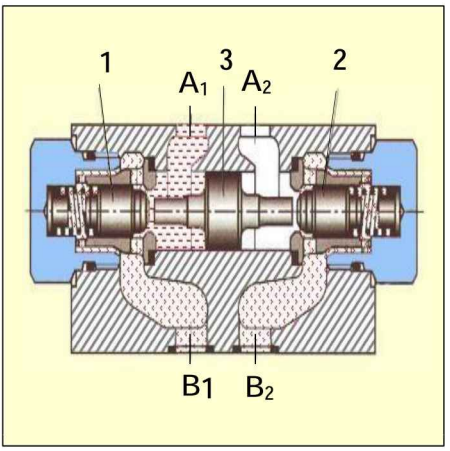
- **Sızıntı Hatlı Ön Uyarılı (Pilot Kumanda) Çek Valfler**

Bu valflerin konstrüksiyonu da sızıntı hatsız valfler gibidir. Tek farkı, sızıntı hattının eklenmiş olmasıdır (Şekil 8.4) Kontrol pistonunun halka alanı, "A" hattından ayrılmıştır. "A" hattındaki basınç, yalnız kontrol sürgüsünün "A4" alanını etkiler.



Şekil 8.4 Ön Uyarılı ve Sızıntı Hatlı Çek Valfin Yapısı ve Sembolü (Mannesmann)

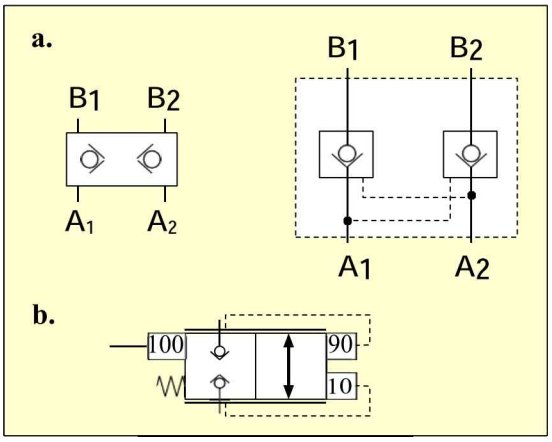
Bu valflerde;
6400 l/dk ve 315 bara kadar çalışma alanına müsaade edilir.İkiz çek valfler: İki pilot kumandalı çek valfin (1 ve 2), bir gövdede birleştirilmesiyle ikiz pilot kumandalı çek valfler meydana gelir (Şekil 8.5). "A1"den "B1"e ya da "A2"den "B2"ye doğru serbest akış olurken, "B1"den "A1"e ya da "B2"den "A2"ye akış olmaz. "A1"den "B1"e doğru serbest akış olurken kontrol sürgüsü (3) sağa ve çek
valfin kapama elemanı da yatağa (2) itilir



Şekil 8.5 İkiz Çek Valfin Yapısı (Mannesmann)

Bu çek valfler, silindir ile piston arasında iç kaçakların olması hâlinde, bir yükün emniyetle konumlandırılmasını sağlar. Böylece silindirin düşey konumda dengeli durması da sağlanır.
İkiz çek valfin sembolü de yine aynı mantıkla oluşturulmuştur. Yani, iki adet pilot uyarılı valf sembolü birleştirilmiştir (Şekil 8.6.a).
Bu valflerin önemli değerleri şunlardır:

- Debi: 300 l/dak kadar
- Çalışma basıncı: 15 bara kadar
- Açma basıncı: 1,5 – 3 – 7,5 – 10 bar



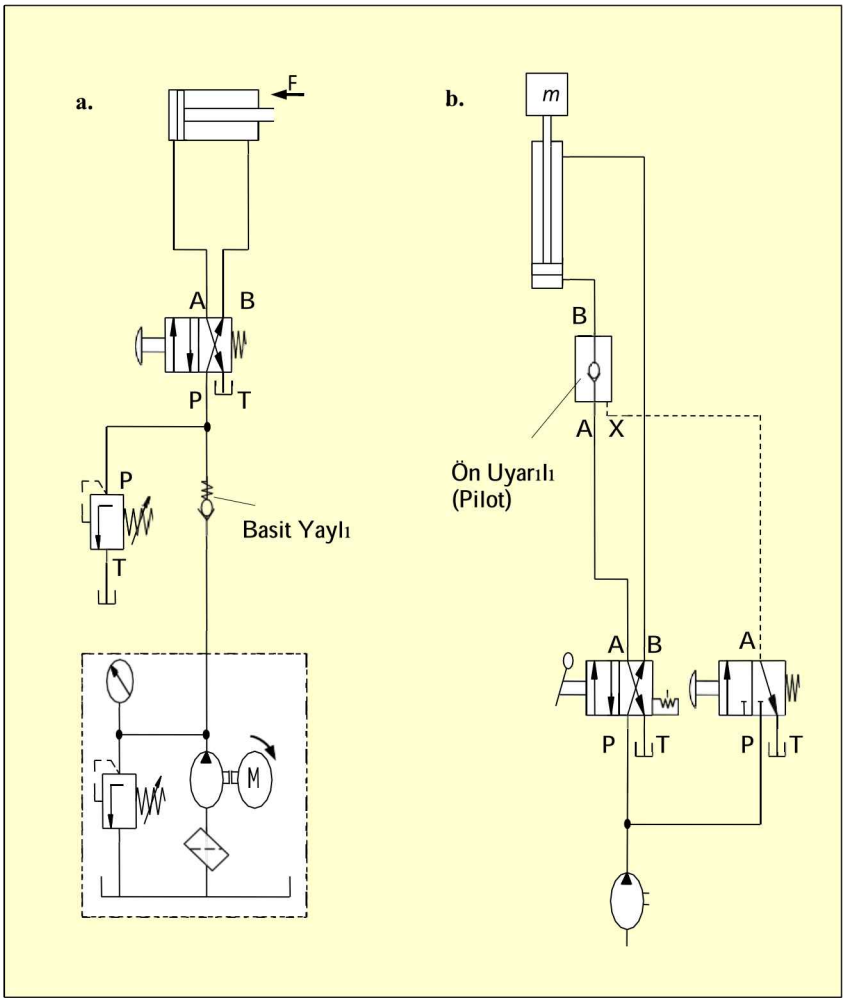
Şekil 8.6 Çek Valf Sembolleri

- **2/2'lik Kartriç Çek Valfler**

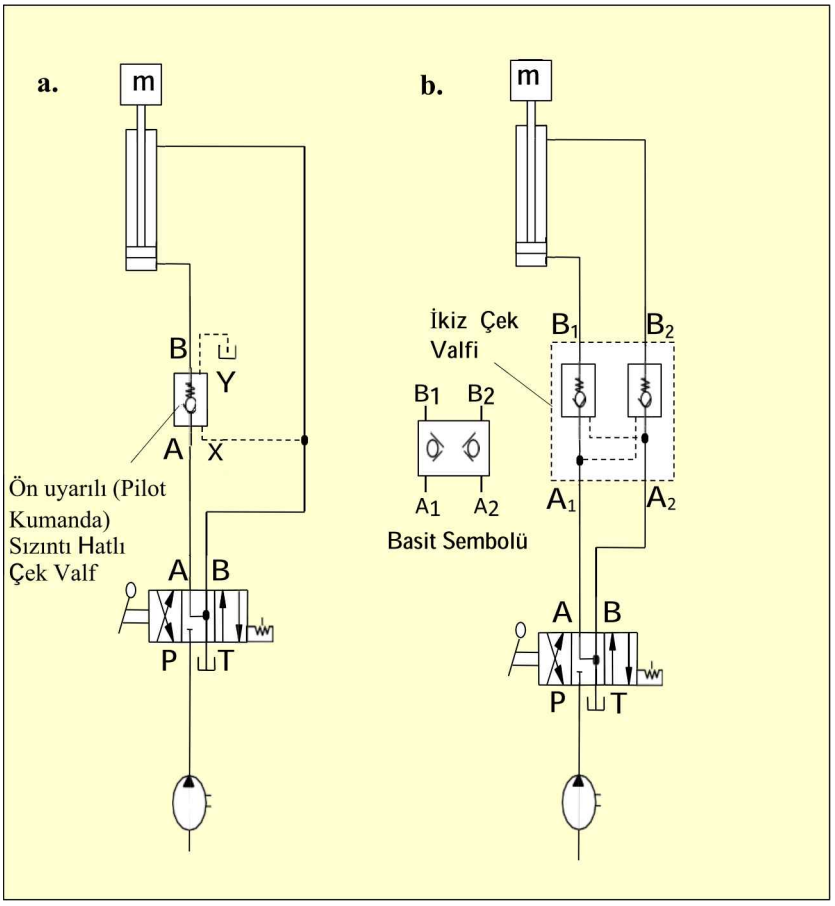
Çek valflerin özel bir tipi olup iki yollu lojik valf olarak da adlandırılır. Şekil 8.6.b'de bu valfin sembolü görülmektedir. Lojik valfler, ileri hidrolik ünitelerinde daha detaylı açıklanmaktadır.

- **Çek Valflerle İlgili Örnek Devreler**

Şekil 8.7.a'da basit çek valfe, Şekil 8.7.b'de ön uyarılı (pilot) çek valfe, Şekil 8.8.a'da sızıntı hatlı, ön uyarılı çek valfe ve Şekil 8.8.b'de ise ikiz çek valfe ait devre uygulamaları görülmektedir.



Şekil 8.7 Basit Çek Valf ve Ön Uyarılı (Pilot) Çek Valf Devre Şeması

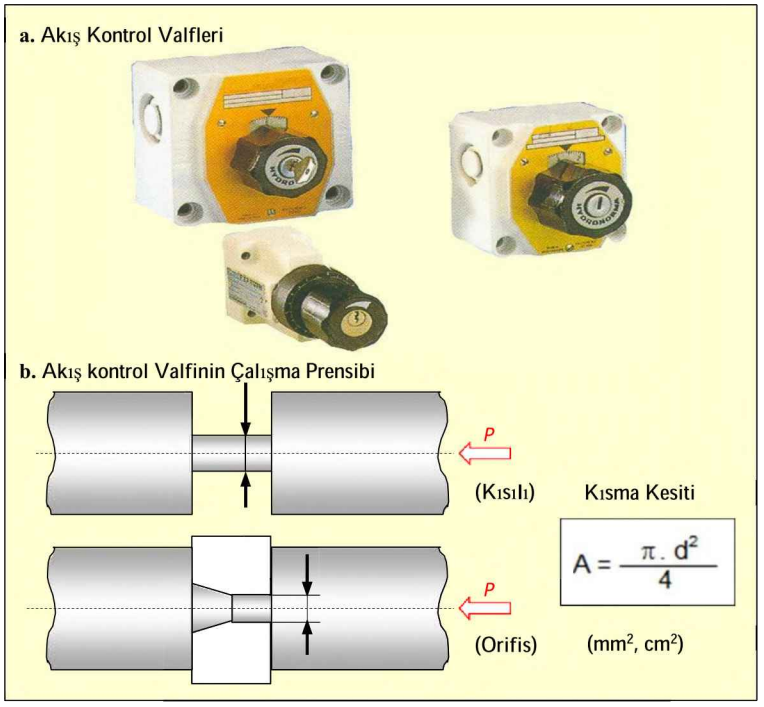


Şekil 8.8 Sızıntı Hatlı Ön Uyarılı ve İkiz Çek Valf Devre Şeması

8.2 Akış Kontrol Valfleri

8.2.1 Akış kontrol valflerinin tanımı ve görevleri

Akış kontrol valfleri, çalışma elemanlarının hareket hızlarını etkileyen hidrolik elemanlardır (Şekil 8.9.a).



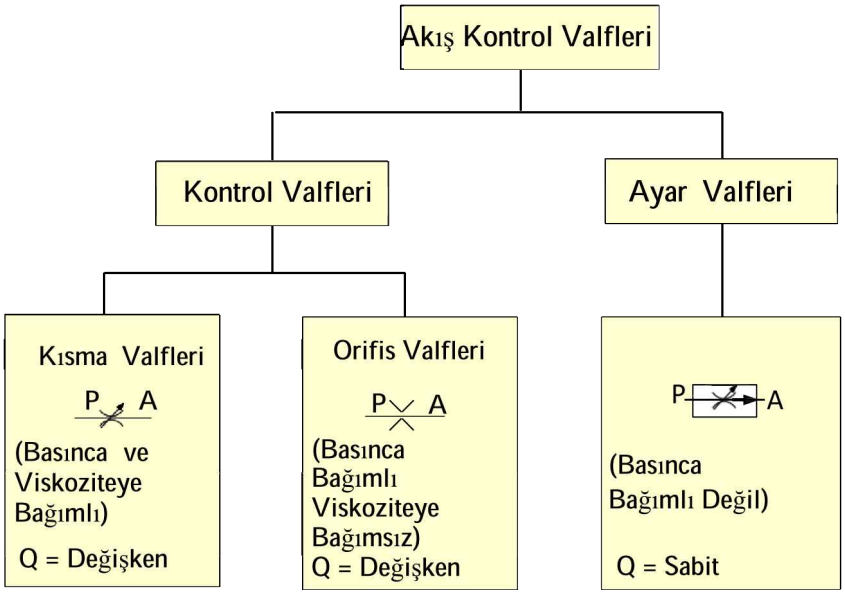
Şekil 8.9 Akış Kontrol Valfleri (Mannesmann)

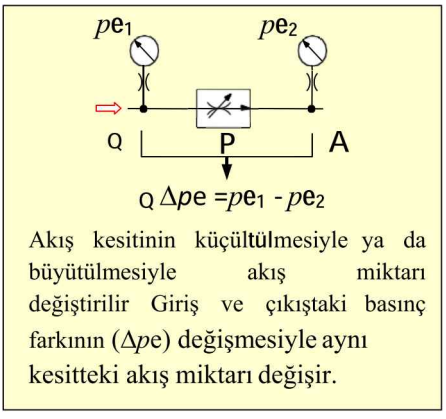
Akış kontrol valflerinin etkisi; bir kısma noktasında, hidrolik akışkanın geçtiği çapı değiştirerek çalışma elemanının hızını değiştirmesi şeklindedir (Şekil 8.9.b).
Böylece bir silindirin ilerleme hızını ya da hidrolik motorun devir sayısını azaltmak mümkündür.

Hız ve devir sayısı büyüklük olarak hacimsel debiye bağlı olduğundan, dolayısıyla hacimsel debinin azaltılması söz konusudur.
Akış kontrol valfi ile akış kesitinin daraltılmasıyla daralan kesitin girişinde basınç yükselmesi meydana gelir. Bunun sonucunda, basınç sınırlama valfi açılarak hacimsel debi bölünür. Dolayısıyla artan basınç, sınırlama valfi üzerinden depoya (tanka) gönderilerek sistem korunur.

8.2.2. Akış Kontrol Valflerinin Çeşitleri

Akış kontrol valfleri, kontrol ve ayarlama durumuna göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır:





Akış kesitinin küçültülmesiyle ya da büyütülmesiyle akış miktarı değiştirilir Giriş ve çıkıştaki basınç farkının (Δpe) değişmesiyle aynı kesitteki akış miktarı değişir.

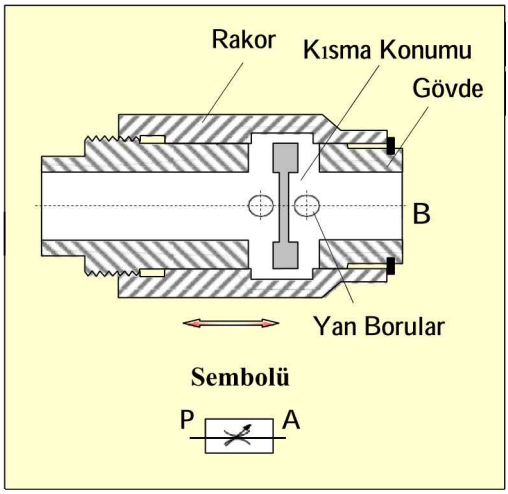
Akış kesitinin küçültülmesiyle ya da büyütülmesiyle akış miktarı değiştirilir. Giriş ve çıkış basınçları farkına (Δpe) bağımsız olarak çalışır.Bunun anlamı şudur: Herhangi bir kesitte gerçekleşen akış miktarı, giriş ve çıkış basınçlarının farkına (Δpe) bağımlı olmadan sabit kalır.

SONUÇ

- **Akış kısma valfleri, basınca bağımlı olarak çalışır.**
- **Akış ayar valfleri, basınca bağımlı olmadan çalışır.**

8.2.2.1. Akış Kısma Valfleri

Akış kısma valflerinde debi, kısma yapılan yerlerdeki basınç üşümüne bağlıdır. Yani, basınç düşümü arttıkça debi de artar.
Bunun anlamı şudur: Akış miktarı, akış kısma valflerinde basınç farkına bağımlıdır. Valflerde giriş ve çıkış basınç farklarının büyük olması, akış miktarının da fazla olması demektir.



Şekil 8.10 Akış Kısma Valfinin Yapısı ve Sembolü

Sabit akış miktarının (sabit hız) gerekli olmadığı kumandalarda, akış kısma valfleri kullanılır. Çünkü akış ayar valfleri, akış kısma valflerine göre pahalıdır.

Böylece akış kısma valfleri; sabit bir çalışma direnci varsa ya da çalışma direncine göre hız değişiminin önemli olmaması durumlarında kullanım alanı bulur.

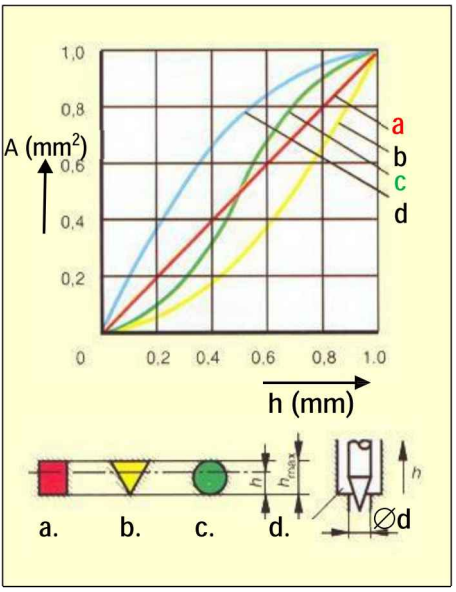
Şekil 8.10'da görülen akış kısma valfinde; akışkan, gövdedeki yan borular yardımıyla kısma konumuna ulaşır. Bu kısma, gövde ve ayarlanabilir rakor sayesinde gerçekleşir. Rakor döndürülerek kısma alanının dairesel kesiti, kademesiz olarak değiştirilebilir.

Kısma boyu ne kadar kısa olursa viskozitedeki değişimin de o oranda az olup olmadığını, kısma valfinin tasarımı belirler. Buna göre iki çeşit kısma valfinden söz edilir.

- **Basınç ve viskoziteden bağımlı**
- **Basınçta bağımlı, viskoziteden bağımsız akış kısma valfleri**

Bir valfin viskoziteye bağımlı olup olmaması, kısma konumuna bağlıdır.

Kısma yerinin uzunluğunda da viskozite önemli rol oynar. Şekil 8.11'de, çeşitli kısma elemanları ve etkileri bir diyagramla gösterilmiştir.
Hassas akış kısma valflerinde, kısma yeri bir plaka şeklindedir.
Böylece viskozitenin bağımlılığı hemen hemen yok edilmiştir. Bu tür valfler, orifis valf olarak adlandırılmaktadır. Bu valflerde; debi 50 *l*/dk ve çalışma basıncı 210 bara kadar ulaşabilir.



Şekil 8.11 Değişik Kısma Alanları ve Etkileri

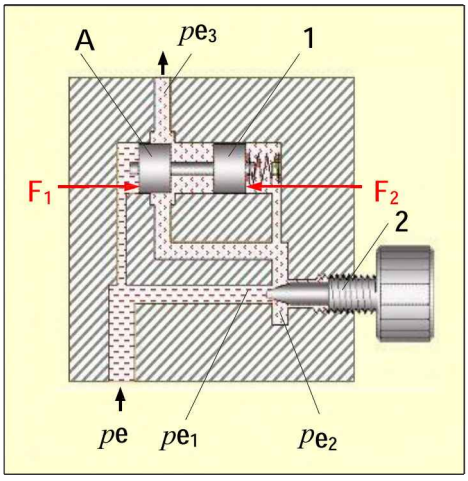
8.2.2.2. Akış kontrol valfleri

- **Akış ayar valfleri**

Akış ayar valfleri debiyi, basınca bağımlı olmadan sabit tutmak için kullanılır.

Yük değişimlerinin söz konusu olduğu durumlarda, kullanıcıya giden hacimsel debinin sabit kalması istendiğinde, kısma valfinin giriş ve çıkış arasındaki basınç farkı (Δpe) sabit tutulmalıdır. Dolayısıyla akış ayar valfi, biri istenilen hacimsel debiyi ayarlamak için ayarlanabilen kısma valfi (2) ve diğeri de bu kısma valfinin giriş ile çıkışında etkili olan basınç farklarının otomatik olarak ayarları kısma valfinden (1) meydana gelir (Şekil 8.12).

Valf sakin konumda açıktır. Akış başlayınca ayarlanabilen kısıcının önünde giriş basıncı (pe_1) meydana gelir. Bunun sonucunda ayarlanabilen valfte, basınç düşümü gerçekleşir ($pe = pe_1 - pe_2$). Otomatik kısıcının dengede olması için "$\mathbf{F_2}$" tarafına bir yay konulur. Çalışma şartlarına göre iki konstrüksiyonu vardır.



Şekil 8.12 2 Yollu Akış Ayar Valfinin Yapısı

Bunlar;

- Basınçta bağımsız viskoziteden bağımlı akış ayar valfleri
- Basınç ve viskoziteye bağımsız akış kontrol (akış ayar) valfleri

8.2.2.3. Çek Valfli Akış Kontrol Valfleri

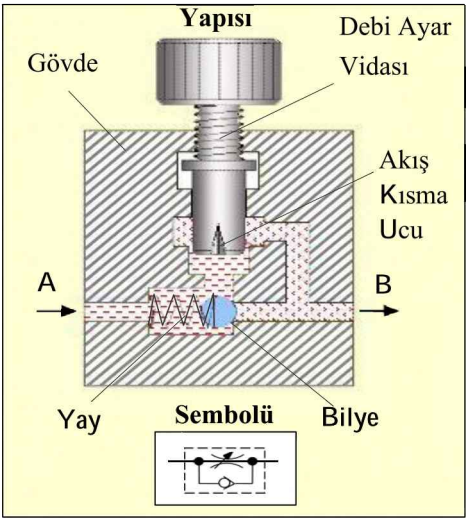
- **Akış Ayar Valfleri**

Bu valf, bir adet tek yönlü kısma valfi ve bir adet tek yönlü kapama (çek valf) valfinin birleşmesi sonucunda meydana gelmiştir.

Şekil 8.13'te yapısı ve sembolü görülmektedir. Burada, **A**'dan → **B**'ye doğru kısma gerçekleşirken **B**'den → **A**'ya doğru kısma yapılmaz. Çünkü kapama elemanı bilye, akış etkisiyle oturma yüzeyinden ayrılır. Dolayısıyla kısma işlemi sadece bir yönde olur.

Burada, kısma valflerinde olduğu gibi hacimsel debide bölünür.

İş elemanına giden hacimsel debide azalma olduğundan buna bağlı olarak hız da azalır.

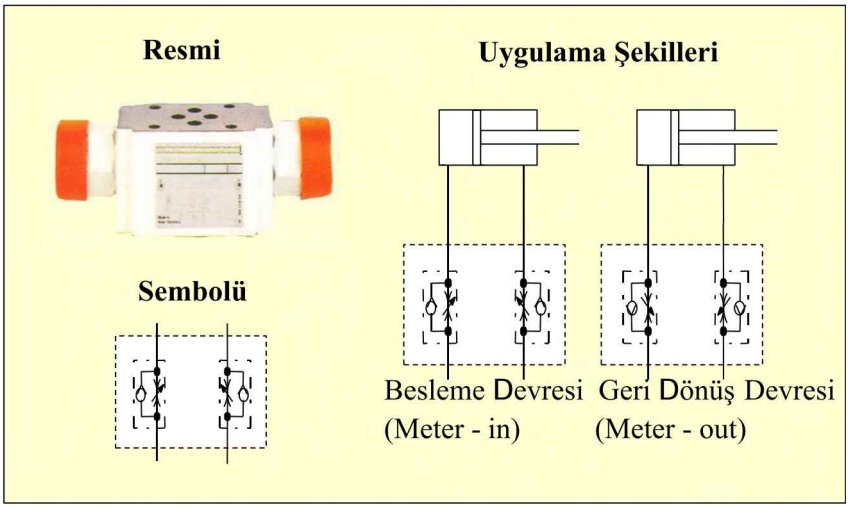


Şekil 8.13 Tek Çek Valfli Akış Kontrol Valfinin Yapısı ve Sembolü

Bu vaflere, debi ayarlı geri dönüşsüz **akış kontrol valfleri** de denir. Çeşitli iş tezgahlarında hidrolik hareketin hızını ayarlamak için kullanılır.
Ayarlanabilen tek yönlü kısma valflerinde, akış kesitini küçültmek ya da büyütmek mümkündür.

- **Çift Çek Valfli Akış Kontrol Valfleri**

Bu valfler, iki adet çek valfli akış kısma valfinin birleşmesinden meydana gelir. Dolayısıyla **ikiz çek valfli kısma valfi** de denir.
Bu valfler genellikle bir yükün aşağı ve yukarı hareketini sağlayan hidrolik devrelerde tercih edilir. Şekil 8.14'te, bu valfin resmi ve sembolünün uygulama şekilleri görülmektedir.



Şekil 8.14 Çift Çek Valfli Akış Kısma Valfinin Yapısı ve Sembolü (Mannesmann)

8.2.2.4. Yol Sayılarına Göre Akış Kontrol Valfleri (Akış Ayar Valfleri)

- **İki Yollu Akış Kontrol Valfi**

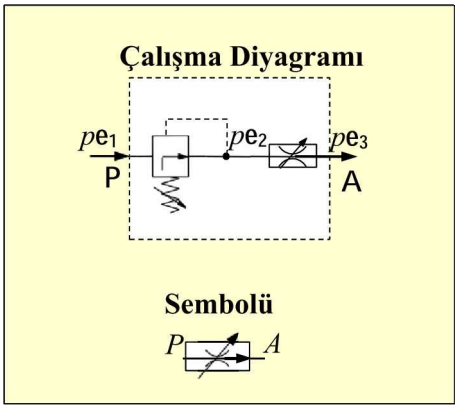
Bu valf iki ana elemana sahip bir **regülatör**'dür (Şekil 8.15).

1. Ölçme kısıcısı

2. Yaylı basınç dengeleyicisi

Ayarlanabilir kısma yeri piston konumu, akış ayar valfinin konstrüksiyonunu belirler.

Ölçme kısıcısı seri durumda bağlanmışsa iki yollu, paralel bağlanmışsa üç yollu ayar valfi söz konusudur.



Şekil 8.15 İki Yollu Akış Kontrol Valfinin Sembolü

Yaylı basınç dengeleyicisinde denge denklemi:

$pe2 \cdot Ak = pe3 \cdot Ak + F2$

Ak : Akış kontrol valfi

F : Oluşan kuvvet

*p*e : Basınç

$pe_2 - pe_3 = \frac{F_2}{Ak}$; bulunur.

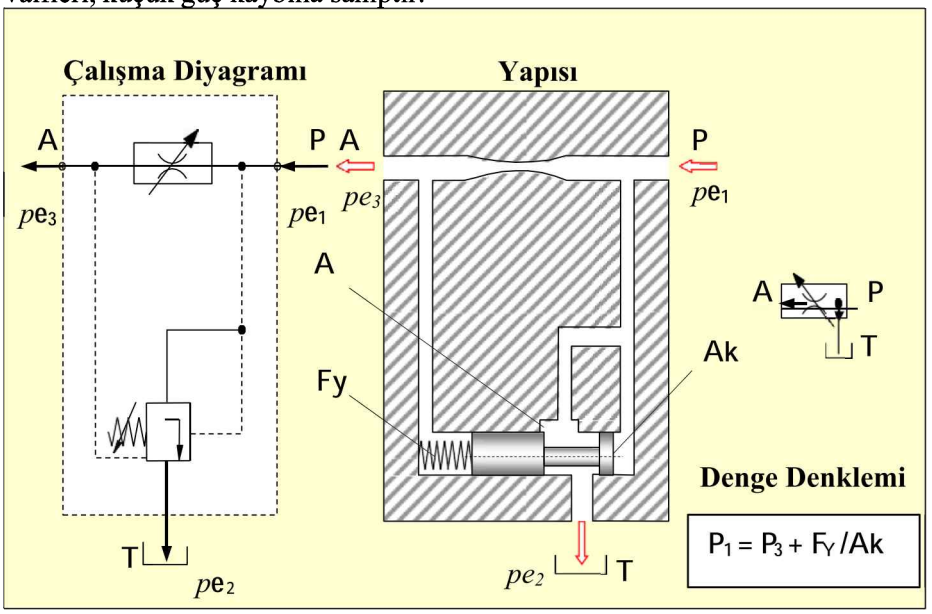
- **Üç Yollu Akış Kontrol Valfi**

Üç yollu akış kontrol valflerinde, iki yollu akış ayar valflerinin tersine; ölçme kısıcısının konumu, yaylı basınç dengeleyicisine seri değil paralel bağlıdır (Şekil 8.16).

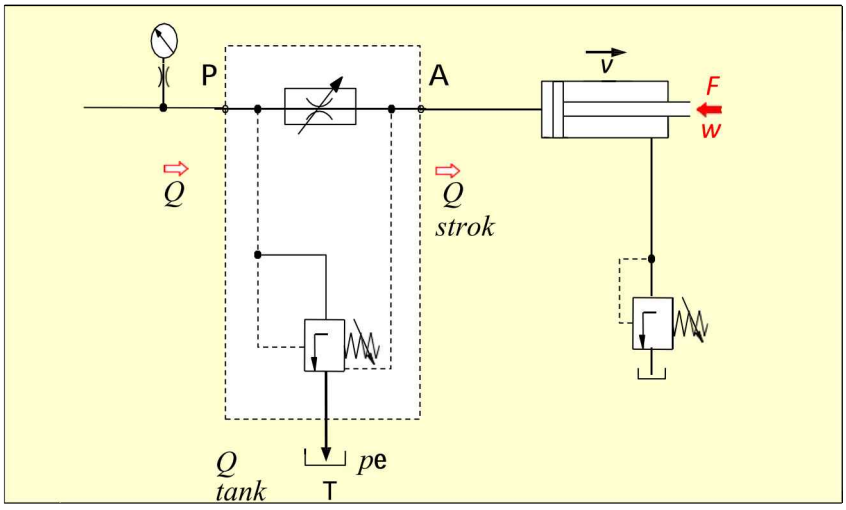
Üç yollu akış ayar valfinde giriş basıncı (pe_1) sabit değildir. Dolayısıyla sabit akış miktarı, giriş ve çıkış basınç farklarının ($pe_1 - pe_3$) sabit tutulmasıyla sağlanmaktadır. Değişen çalışma direncine (Fw) göre, giriş basıncı (pe_1) değiştirilmektedir.

Üç yollu akış kontrol valfinin özelliği bu valflere, iki yollu akış kontrol valflerine göre bir üstünlük kazandırır. (Şekil 8.17).

İki yollu akış kontrol valflerinde giriş basıncı her zaman sabit olup pompanın bu basınca ulaşacak şekilde yüklenmesi gerekir. Üç yollu akış kontrol valfinde ise giriş basıncı sadece gerekli olduğu kadar yükselir. Dolayısıyla üç yollu akış kontrol valfleri, küçük güç kaybına sahiptir.

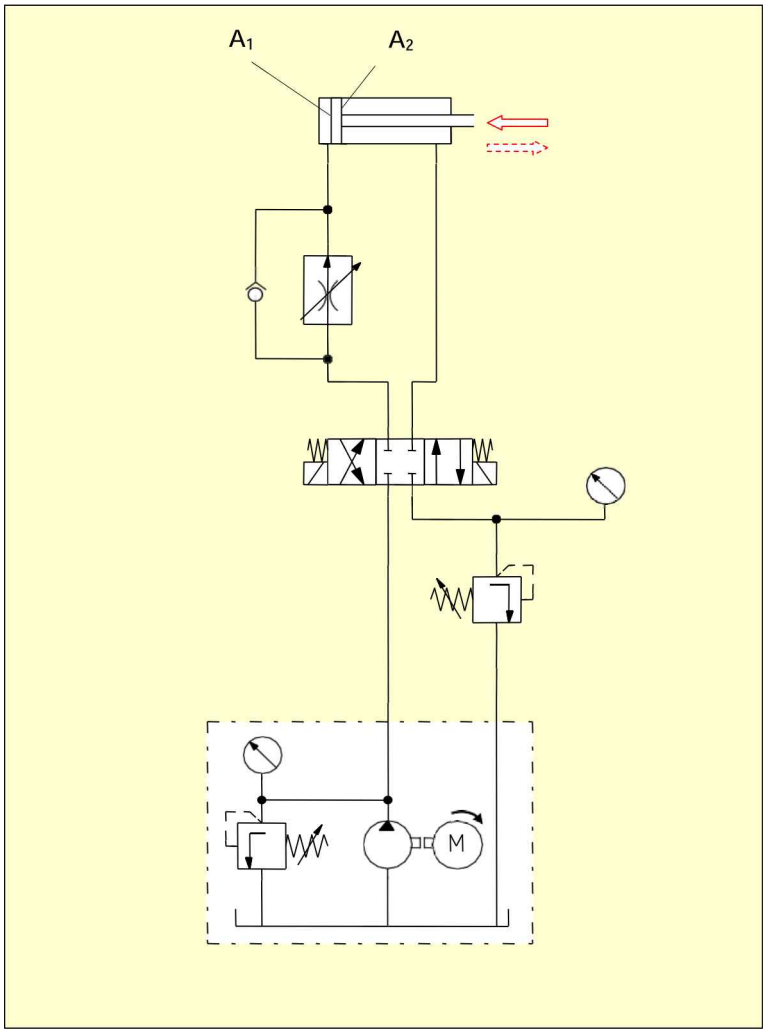


Şekil 8.16 Üç Yollu Akış Ayar Valfinin; Yapısı, Çalışma Diyagramı ve Sembolü



Şekil 8.17 Üç Yollu Akış Ayar Valfinin Çalışma Devre Şeması
(Besleme Hattında Kumanda)

- **İki yollu ve üç yollu akış kontrol valfleri için örnek devre şemaları**
- **İki yollu akış kontrol valfi; besleme hattında (primer) kumanda (Şekil 8.18)**



Şekil 8.18 İki Yollu Akış Kontrol Valfi Devre Şeması
(Besleme Hattında)

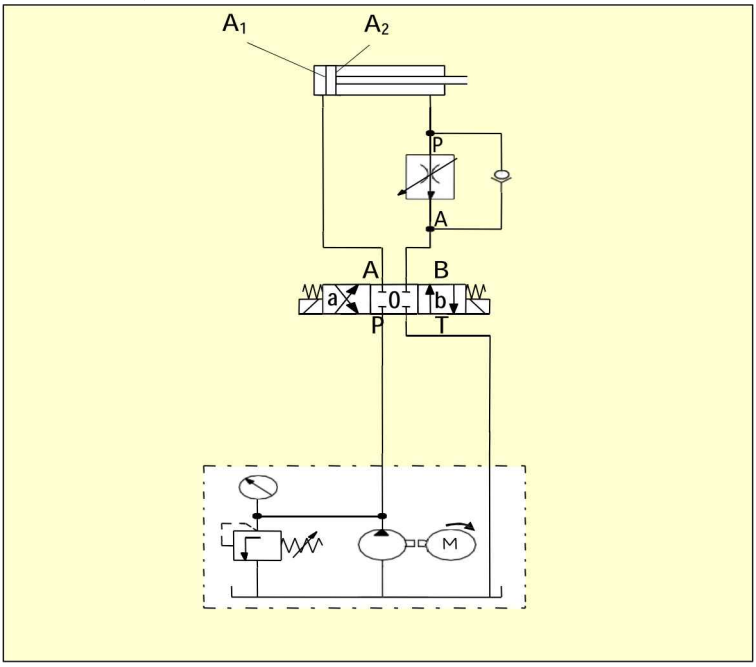
Avantajları:

Küçük çıkış hızlarının gerçekleştirilmesinde daha verimlidir. Çünkü silindire akan yağ miktarı, boşalan yağ miktarından fazladır.

Silindir, çalışma direnci ve sürtünme kuvvetlerine eşit bir basınçla hareket ettirilir. Bu da silindir için daha yüksek verim demektir. Çünkü silindirde oluşan sürtünme kuvveti büyük ölçüde silindir içindeki basınca bağlıdır.

Dezavantajları:
Akış kontrol valfinde oluşan ısı, silindir içerisine gider. Basınç sınırlama valfi, en yüksek çalışma basıncına ayarlanmalıdır. Dolayısıyla enerji tüketimi de yükselir. Ayrıca negatif yüklerde, depo (tank) hattına bir direnç oluşturmak için basınç sınırlama valfi bağlamak zorunludur.

- **İki Yollu Akış Kontrol Valfi; Boşaltım Hattında (Primer) Kumanda (Şekil 8.19)**

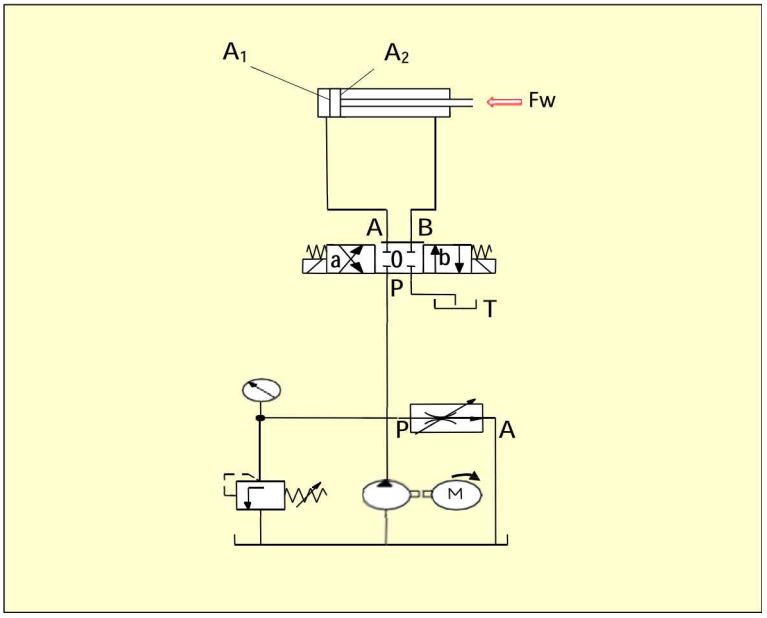


Şekil 8.19 İki Yollu Akış Kontrol Valfi Devre Şeması
(Boşaltma Hattında)

Avantajları:
Silindir hidrolik olarak kilitlenir (sıkıştırılır). Bu nedenle, depo (tank) hattında direnç oluşturmak için basınç sınırlama valfine ihtiyaç yoktur.Ayrıca, akış kontrol valfinde oluşan ısı, depoya (tanka) gönderilir.

Dezavantajları:
Küçük çıkış hızlarının elde edilmesi zordur. Çünkü boşalan yağ miktarı, silindire giren yağ miktarından azdır. Silindirin çalışma basıncı oldukça yüksektir.

Çalışma direnci olmasa bile akış ayarvalfiyle oldukça yüksek bir çalışma basıncı meydana gelir. Böylece, silindir içindeki sürtünme kuvveti de çok yükselir ve silindir verimi düşer.
Akış kontrol valfinde kısma oranının çok yüksek yapılması durumunda, basınç çevrimi nedeniyle piston kolu tarafından aşırı basınçlar oluşabilir. Bunun sonucunda tehlikeli bir durum ortaya çıkar. Enerji tüketimi yüksektir.



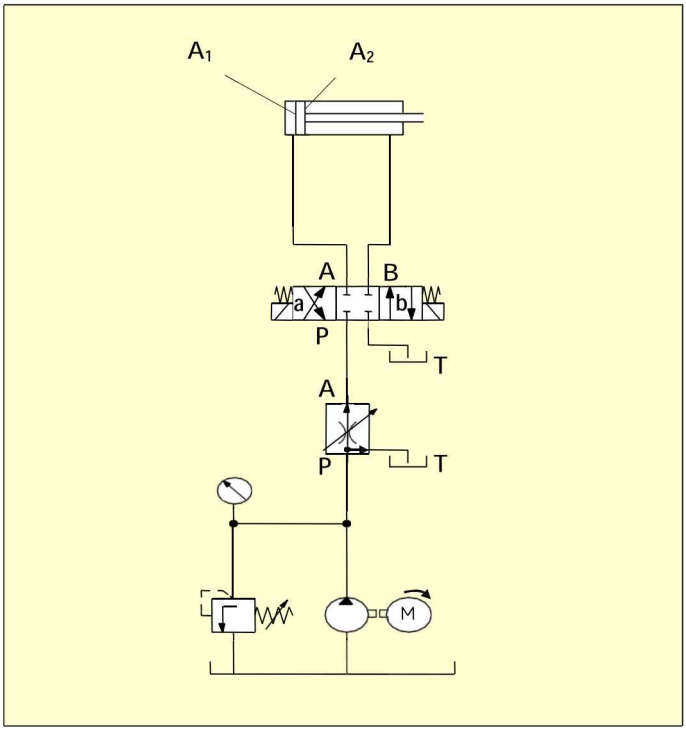
Şekil 8.20 İki Yollu Akış Kontrol Valfi İçin Baypas Kumandası Devre Şeması

- **İki Yollu Akış Ayar Valfi İçin Bay Pass Kumandası (Şekil 8.20)**

Avantajları:
Silindir sadece çalışma direncine karşı çalışır. Dolayısıyla, daha yüksek verim alınır. Kısma sonucu ısı depoya (tanka) gönderilir.

Dezavantajları:
Hızlı besleme istenmesi durumunda, devre şemasına göre, yağ depoya (tanka) giderek kaybolabilir.
Basınç deposunun (tankın) kullanılması mümkün değildir.
Negatif kuvvetler için uygun değildir.
Pompanın gönderdiği yağ miktarındaki değişmeler sonucu, çıkış hareketinde hatalar oluşabilir.

- **Üç Yollu Akış Ayar Valfi Besleme Hattında (Primer) Kumanda (Şekil 8.21)**



Şekil 8.21 Üç Yollu Akış Kontrol Valfi Devre Şeması (Besleme Hattında)

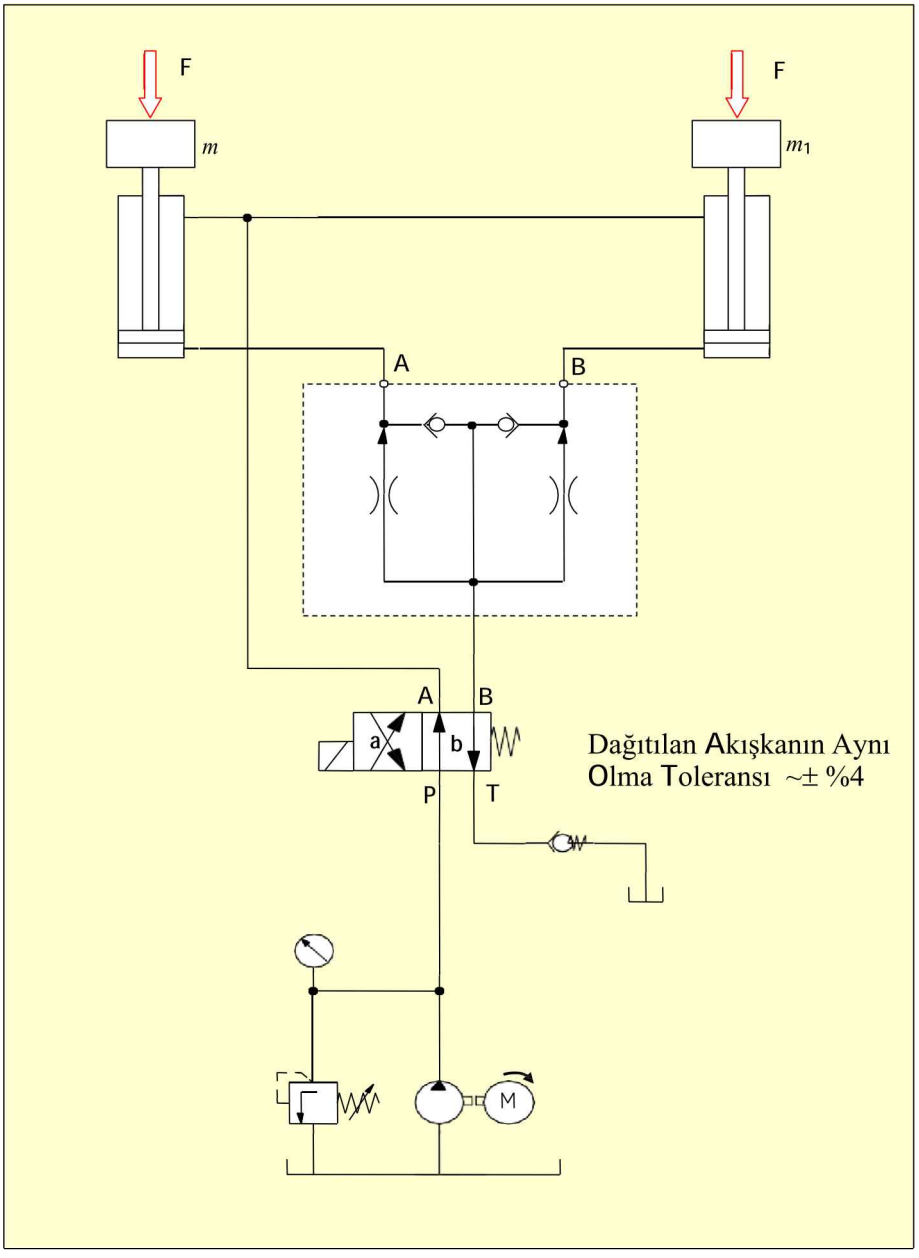
- **Akış Dağıtıcıları**

Akış dağıtıcıları ile farklı ağırlıklara sahip yüklerin kaldırılmasında, eşit çıkış hızları sağlanmaktadır. Ancak geriye dönüşte bunun sağlanması söz konusu değildir (Şekil 8.22).

Avantajları:
Pompa sadece çalışma direncine karşı çalışır. Dolayısıyla yüksek verim sağlanır. Kısma sonucu oluşan ısı düşüktür. Çünkü giriş ve çıkış basınç farkları farkı, iki yollu akış kontrol valfinde olduğu gibi yüksek değildir. Meydana gelen ısı, depoya (tanka) gönderilir.

Dezavantajları:
Üç yollu akış ayar valfiyle sadece primer kumanda mümkündür. Negatif kuvvetlerde kullanılmaya uygun değildir.
Endüstriyel akış dağıtıcıları (bölücüler), iki ayrı akış kontrol valfinden meydana gelir.

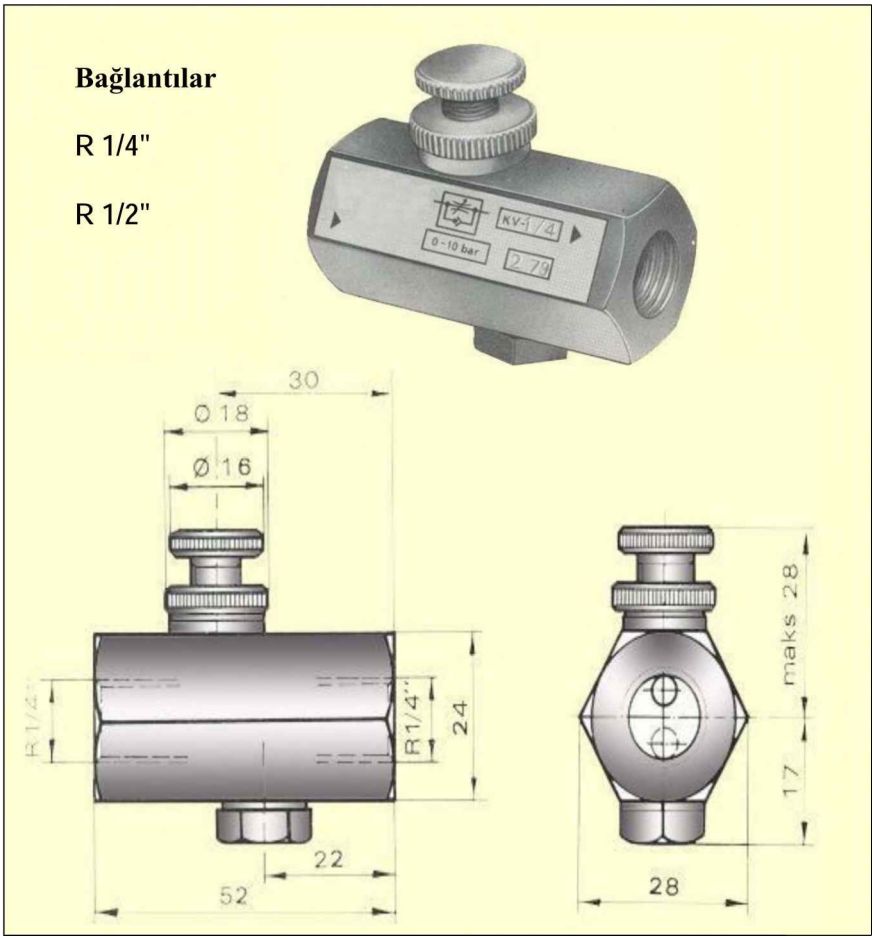
olduğu kısmı kısar ve yağı diğer tarafa yönlendirir (Şekil 8.22). Böylece, iki silindirin hareketi kontrol edilerek, düzgün bir çalışma sağlanır. Özellikle abkant presler ve transmisyon hareketlerindeki yağ akışlarının kontrolünde çok kullanılır.



Şekil 8.22 Akış Dağıtıcısı İle Farklı Ağırlıklara Sahip Yüklerin Kaldırılması Devre Şeması

8.2.3 Akış Kontrol Valflerinin Bağlantı Ölçüleri

Akış kontrol valflerinin amaçları aynı olmasına rağmen tip ve ölçüleri, üretici firmalara göre değişebilir. Dolayısıyla bağlantı ölçüleri için üretici firmanın kataloğu ve valfin şemasına bakılmalıdır. Fikir vermesi açısından, Şekil 8.23'te bir akış kontrol valfinin şekli ve ölçüleri verilmiştir.



Şekil 8.23 Bir Akış Kontrol Valfinin Bağlantı Ölçüleri

8.2.4 Akış Kontrol Valflerinin Montajı, Bakım ve Onarımı

Akış kontrol valfi, çalışma elemanının besleme hattı üzerinde, sadece bir strokun yapılacağı durumlarda kullanılır. Hızlı geri çekilmede; ters yönlü, serbest akışlı ve tek yönlü valfin kullanılması gerekir. Her iki çalışma elemanının hız kontrollerinin yapılmasında, akış kontrol valfi, pompa ile yön kontrol valfinin arasına monte edilmelidir.

Bakımı ve onarımı yön kontrol valflerindeki esaslara göre yapılır. Yani, periyodik bakımı ve arıza sırasındaki bakımları söz konusudur. Bu bakımlarda, temizlenip korunmalıdır. Yine de bakım kılavuzundaki esaslara ve valf resmindeki montaj sırasına dikkat edilmelidir.

Değerlendirme Çalışmaları

1. Çek valfin tanımını yapıp kullanıldıkları yerleri açıklayınız.

2. Ön uyarılı (pilot kumanda) çek valfin sembolünü çizip amacını belirtiniz.

3. İkiz çek valf nasıl meydana gelir? Basit sembolünü çizip amacını belirtiniz.

4. Sızıntı hatlı çek valfin sembolünü çizip özelliklerini açıklayınız.

5. Akış kontrol valfinin görevi nedir? Çalışma prensibini şekil çizerek anlatınız.

6. Kısma valfi ile orifis valfin yapılarındaki fark nedir? Hassasiyetlerini açıklayınız.

7. Basınca bağımlılık yönünden, akış kısma valfleriyle akış ayar valflerini karşılaştırınız.

8. Tek çek valfli akış kontrol valfinin sembolünü çizip çalışma prensiplerini açıklayınız.

9. Çift çek valfli (ikiz) akış kontrol valfinin sembolünü çizip özelliklerini açıklayınız.

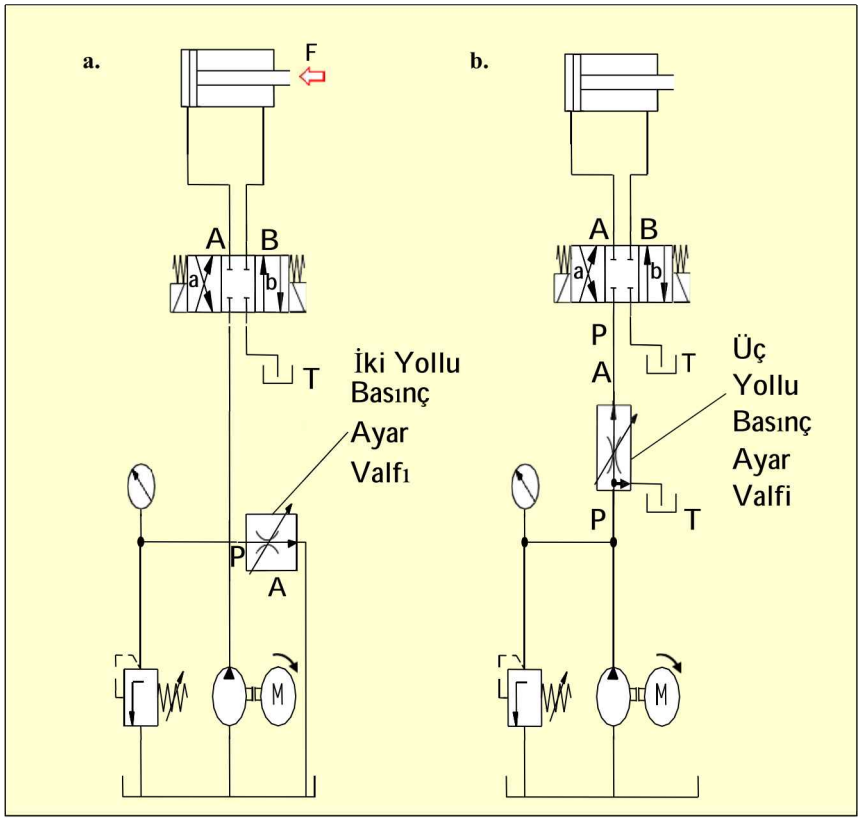
10. İki yollu akış kontrol valfi ile üç yollu akış kontrol valfinin belirlenmesi hangi prensibe göre yapılır?

11. Üç yollu akış kontrol valfinin çalışma diyagramını, besleme hattında kumandaya göre şekil çizerek açıklayınız.

12. Şekil 8.24.a'daki hidrolik sistemde görülen, iki yollu basınç kontrol valfinin bulunduğu konuma göre nasıl bir kumanda şeklidir? Avantaj ve dezavantajları nelerdir?

13. Şekil 8.24.b'deki hidrolik sistemde görülen üç yollu basınç kontrol valfinin bulunduğu konuma göre nasıl bir kumanda şeklidir? Avantaj ve dezavantajları nelerdir?

14. Akış kontrol valflerinin montajında, bakım ve onarımında dikkat edilmesi gereken hususları açıklayınız.



Şekil 8.24 İki Yollu Basınç Kontrol Devre Şeması

PNÖMATİK VALFLER

Hazırlık Çalışmaları

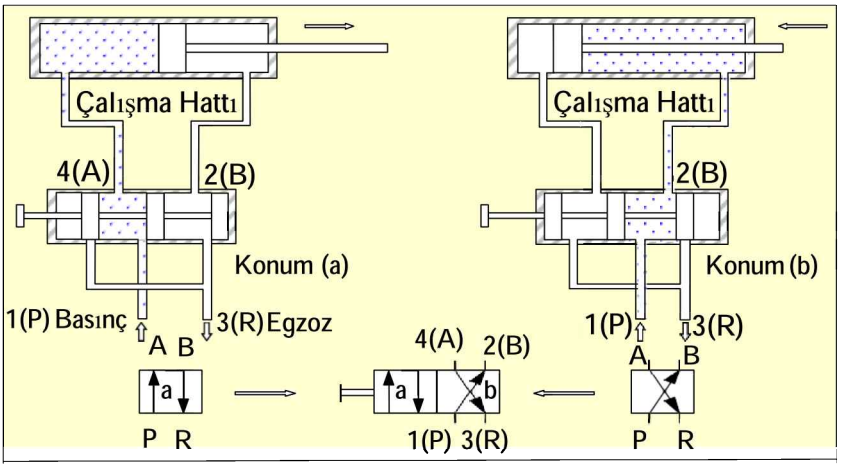
1. Çevremizde bulunan pnömatik sistemleri inceleyiniz ve basınçlı havayı hangi valflerin yönlendirdiğini araştırınız.

2. Akış kontrol valflerinin çeşitlerini ve amaçlarını araştırınız.

3. Çabuk egzoz, "VEYA", "VE", kapama ve zaman geciktirme valfi gibi özel valflerin kullanıldıkları yerleri ve özelliklerini araştırınız.

8.1 Yön Kontrol Valfleri

Yön kontrol valfi, akış yolunun açılıp kapatılması için kullanılır. Dolayısıyla, yön kontrol valfleri, pnömatik sistemlerde basınçlı havanın yönünü istenen amaca göre değiştirtmeye veya akış yolunu kapatmaya yarar. Böylece, silindir ve pnömatik motorların hareketleri kontrol edilir. Çeşitli kontrüksiyon tiplerinde yapılır, ancak, valfin sembolü üzerinde, valfin konstrüksiyonu ile ilgili bilgiler yer almaz. Sadece, valfin konumu, yol sayısı ve uyarı biçimlerine ait bilgiler belirtilir (Şekil 8.1).



Şekil 8.1 Yön Kontrol Valfinin Çalışma Prensibi ve Sembolü

8.1.1. Yapım Durumlarına Göre Yön Kontrol Valfleri

Yapım durumlarına yani konstrüksiyonlarına göre valfler ikiye ayrılır:

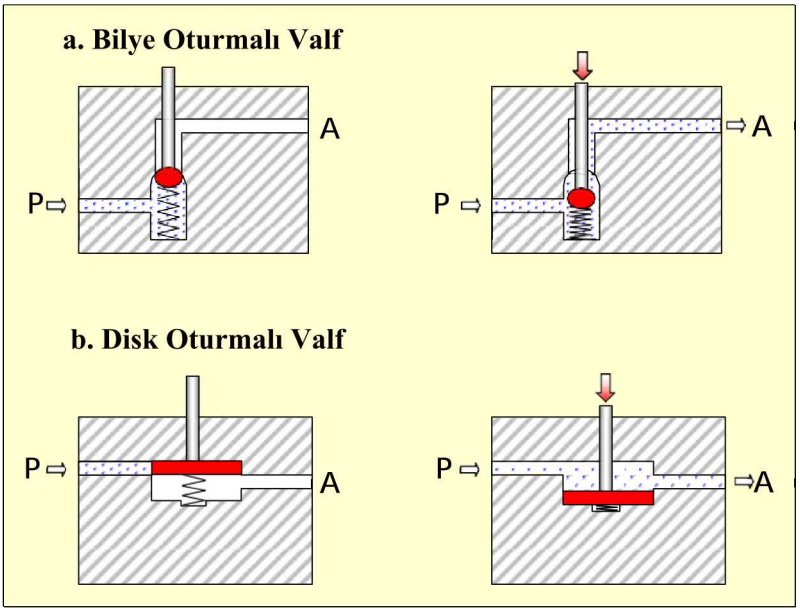
- Oturmalı valfler (Bilye oturmalı ve disk oturmalı)
- Sürgülü valfler (Piston sürgülü ve döner sürgülü)

8.1.1.1. Oturmalı Tip Valfler

Oturmalı valflerde akış yolları bilye, disk veya konik elemanlarla açılır ya da kapanır. Şekil 8.2.a'da bilye oturmalı ve Şekil 8.2.b'de piston sürgülü tipleri gösterilmektedir .

Bu valflerde sürtünmeye, dolayısıyla aşınmaya çalışan parça sayısı az olduğundan, ömürleri uzun olur. Bu valfler kirlenmeye karşı da duyarsızdır .

Ancak, uyarılmaları sırasında, yay ve basınçlı havaya karşı el kuvvetinin fazla harcanması dezavantajıdır.



Şekil 8.2 Oturmalı Tip Valfler

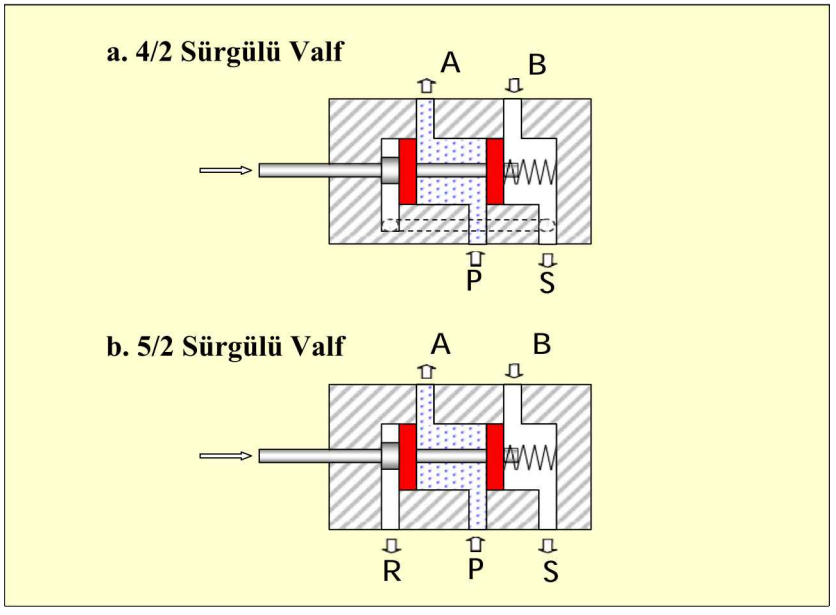
8.1.1.2. Sürgülü Tip Valfler

Sürgülü valflerde, gövde içinde bir delik vardır. Bu delik içine yerleştirilen piston hareketi ile konum değiştirilir. Dolayısıyla, akış yolları sürgü şeklinde çalışan pistonla birbirine bağlanır ya da kapatılır (Şekil 8.3).

Piston sürgülü valfler aşağıdaki özelliklerden dolayı üstün tutulur**:**

- Basit konstrüksiyon
- Kumanda fonksiyonlarının çeşitleri
- İyi basınç dengelemesi, böylece küçük uyarma kuvvetinin yeterli olması
- Fazla konum değiştirme kapasitesi (Akış yolları serbestçe değiştirilebilir. R yoluna P bağlanabilir.)

Bu valfin dezavantajı, yağ içindeki toz, parçacıklar vb. kirliliklere karşı duyarlı (hassas) olmasıdır.



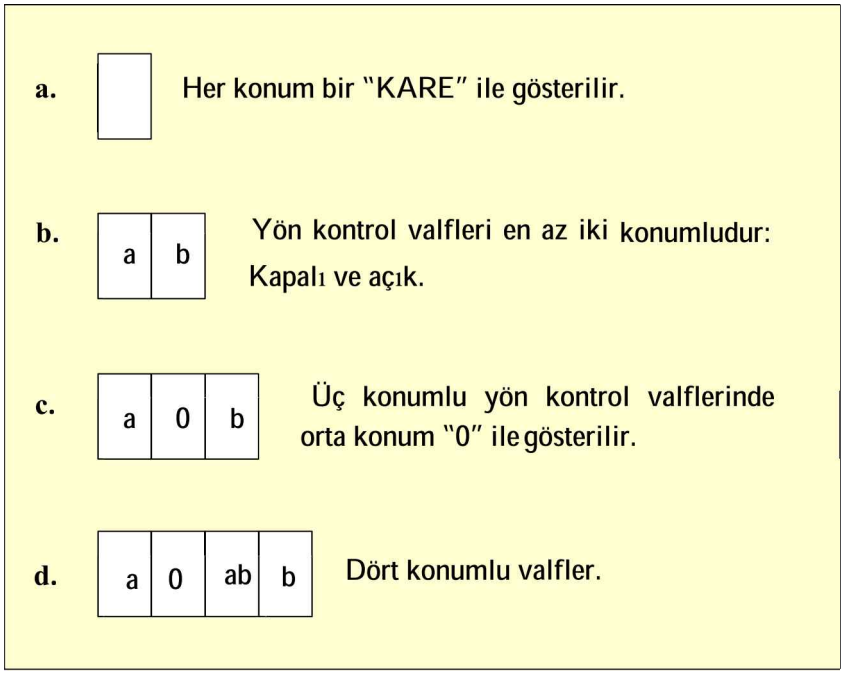
Şekil 8.3 Sürgülü Valfler

8.1.2. Konum Durumuna Göre Yön Kontrol Valfleri

- **Yön Kontrol (Denetim) Valflerinin Kısa Yazılımları:**

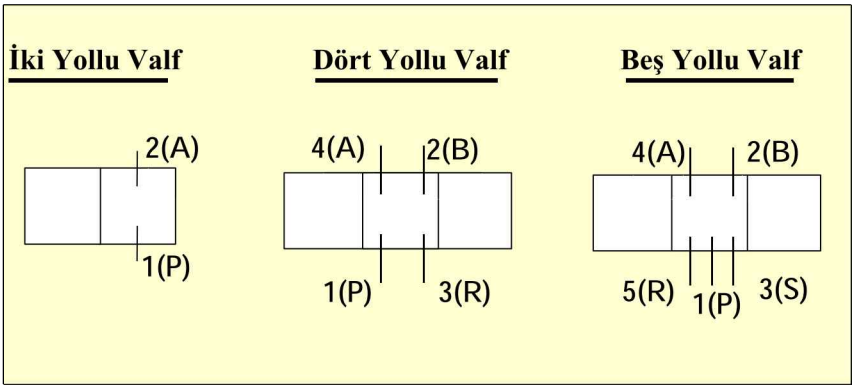
Yön kontrol valfleri basınçlı akışkana yol veren, durduran ve akış yönünü değiştiren valflerdir. Dolayısıyla, valflerin amacına uygun olup olmadığı, üzerine etiketlenen kısa yazılımlardan anlaşılır. Bu yazılımda sadece kumanda şekli fonksiyonları ile ilgili bilgiler verilir. Bunlar, yol sayısı ve konum sayısıdır.

Konum sayısı: Valfte seçilebilecek pozisyon sayısıdır. Konumun belirtilmesi için, Şekil 8.4.a'da görüldüğü gibi kare şekli kullanılır. Konum sayısı, sembol üzerindeki her bir karenin sayılması ile bulunur. Denetim valfleri en az iki konuma sahiptir (Şekil 8.4.b). Üç konumlu ve dört konumlu valflerde orta konum bekleme amaçlıdır ve "0" ile gösterilir (Şekil 8.4.c).



Şekil 8.4 Yön Kontrol Valflerinin Konum Durumları

Yol sayısı: Valfe bağlanabilecek en fazla hortum sayısıdır. Bir valf sembolü üzerindeki yol sayısı, bir konumda bulunan bağlantı sayısıdır. Yolların yazılımı harf ya da rakamla yapılır. Sadece bir konum ele alınır. Burada giriş ve çıkış bağlantılarının toplamı sayılarak yol sayısı bulunur.



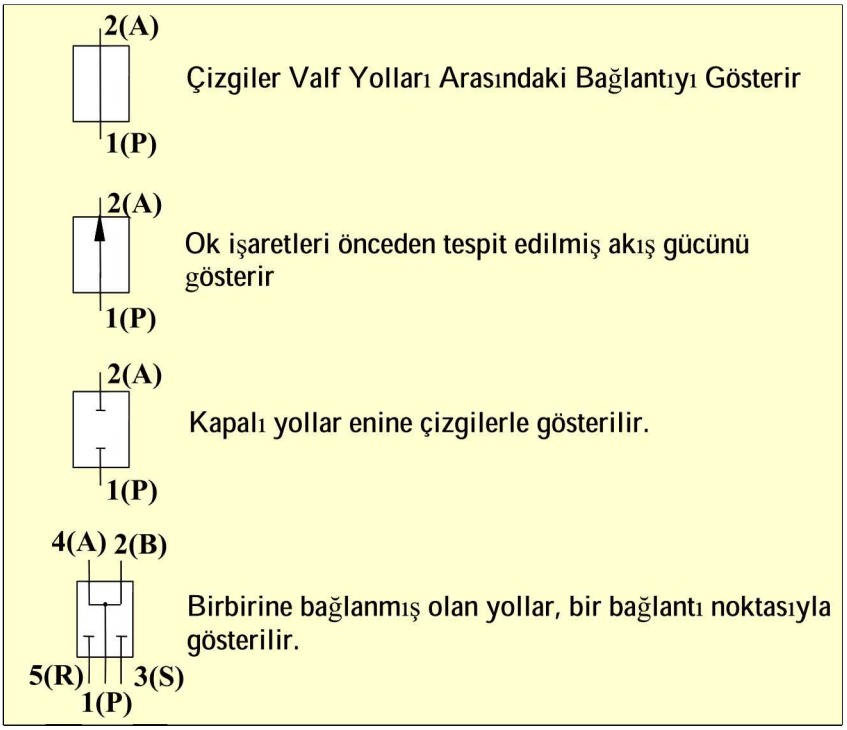
Şekil 8.5 Valflerde Yol Sayısı

Bağlantı yolu işaretleri: Bağlantı yolu işaretlemelerinde **DIN-ISO 5599'a** göre rakam ve harfler kullanılır (Tablo 8.1).

Tablo 8.1: Yol - Bağlantı hatlarının tanımlanması

Yol ya da Bağlantı	Rakamla	Harfle tanımlama
Basınçlı hava	1	P
Hava tahliye (Egzoz)	3	R (3/2 yön valfinde)
Hava tahliye (Egzoz)	3-5	S-R (5/2 yön valfinde)
Çalışma hatları	2-4	B-A (5/2 yön valfinde)
Kumanda hattı	12	Z (3/2 yön valfinde, 1'den 2'ye basınçlı hava bağlantısı)
Kumanda hattı	12	Y (5/2 yön valfinde, 1'den 2'ye basınçlı hava bağlantısı)
Kumanda hattı	14	Z (5/2 yön valfinde, 1'den 4'e basınçlı hava bağlantısı)

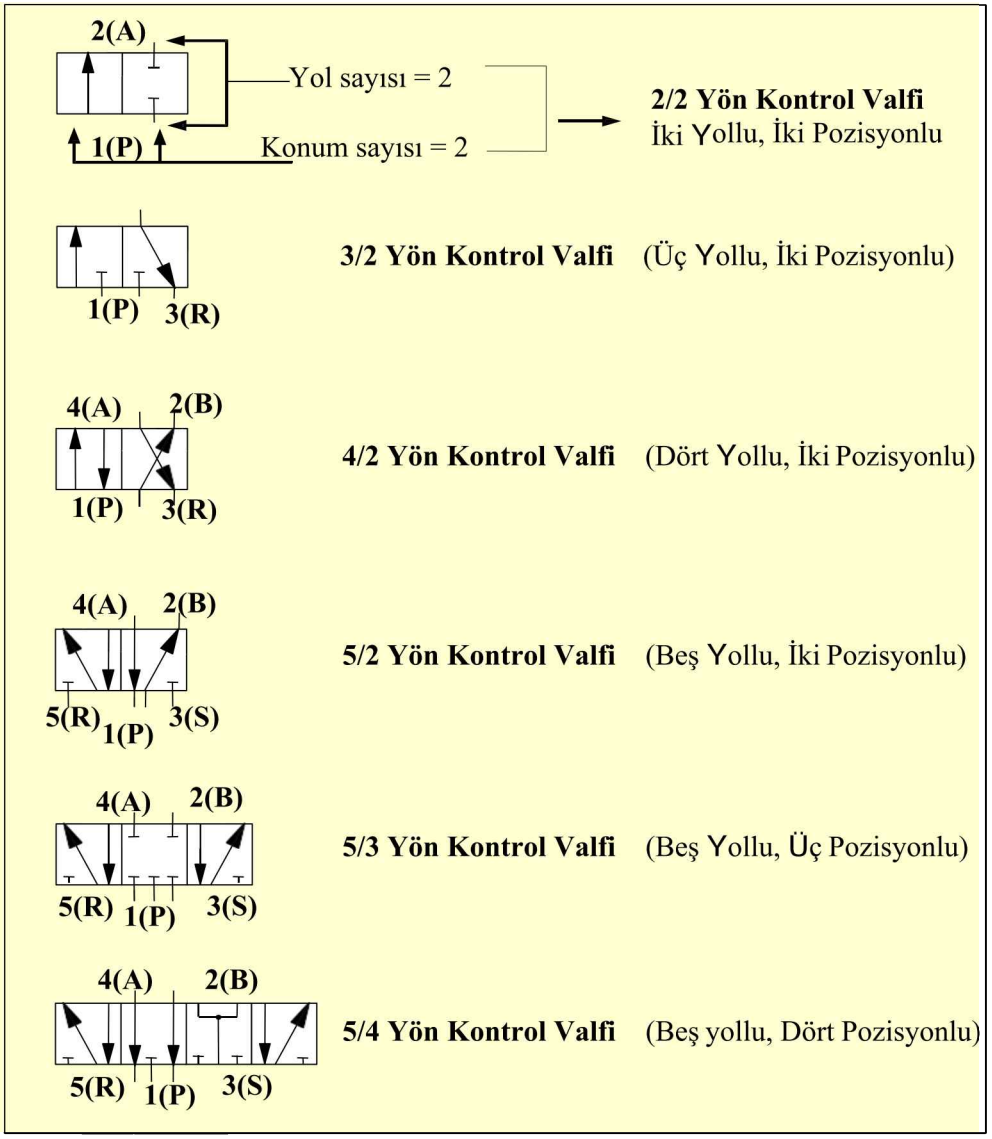
Basınçlı havanın akış yönünün tanımlanması: Konumların değiştirilmesi mantık olarak, sembol üzerindeki konumların kaydırılması tasarlanarak gerçekleştirilir. Yol adlarının yazılı olduğu konuma, diğer konumların getirilmesiyle akış yönleri değiştirilmiş olur. Aslında her konum, valfin ayrı bir fonksiyonudur ve valf aynı anda sadece bir konumda bulunabilir. Dolayısıyla konumlarda her bağlantının akış yönünün belirtilmesi gerekir (Şekil 8.6).



Şekil 8.6 Basınçlı Havanın Akış Yönü

Şu ana kadar verilen bilgilerle artık valf tanımı yapılabilir. Valflerin kısa yazılımlarında yol sayısı, konum sayısından önce yazılır ve aralarına eğik çizgi işareti (/) konulur.

Konum sayısı, pozisyon sayısını verir. Bir konumdaki giriş ve çıkış bağlantı sayısı da yol sayısını verir. Şekil 8.7'de örneklerle valf tanımları yapılmıştır.



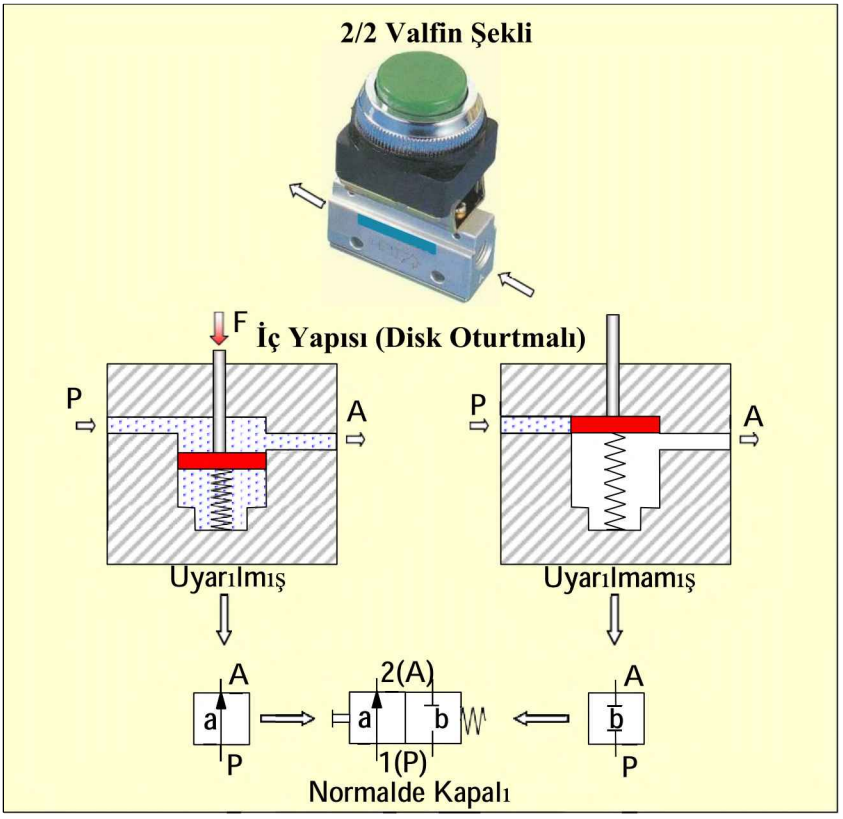
Şekil 8.7 Valflerin Tanımlanması

- **2/2 Yön Kontrol Valfi**

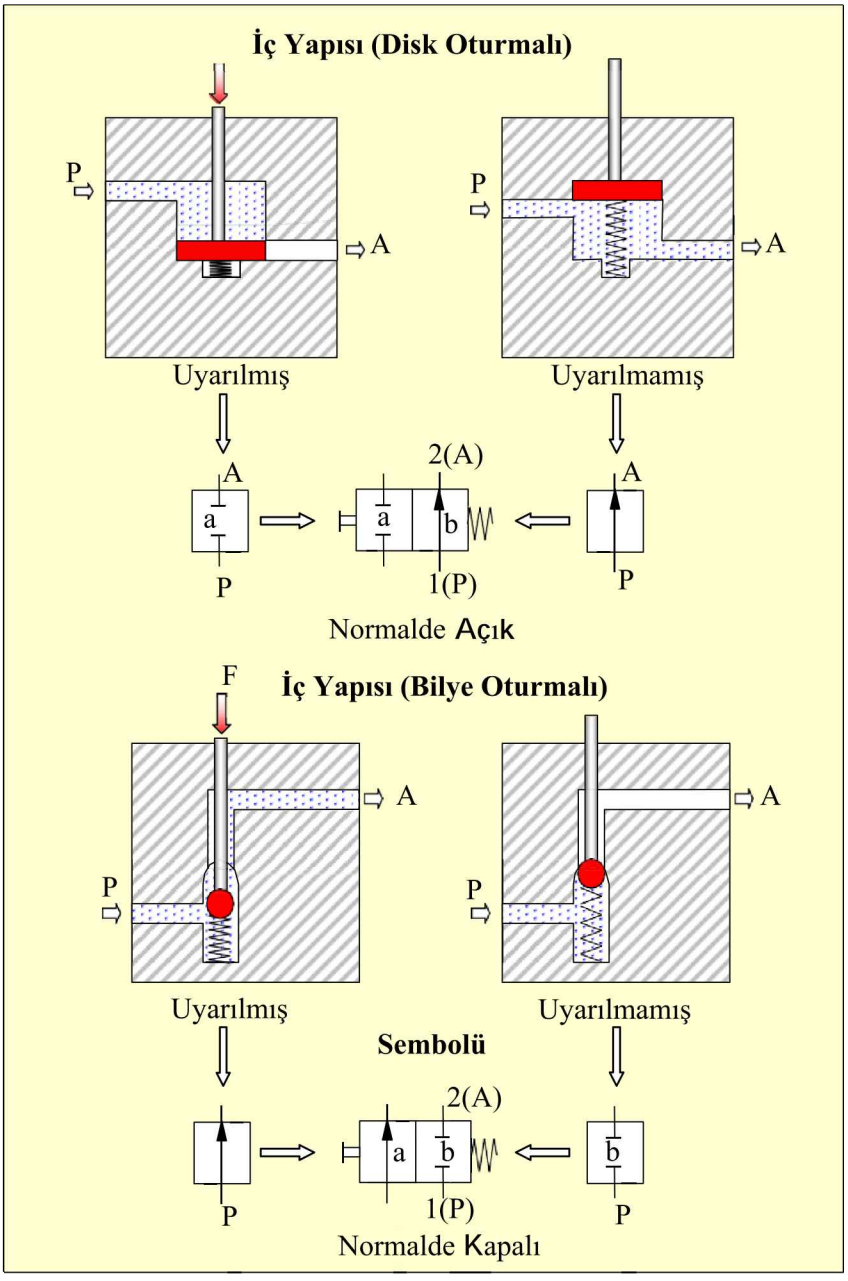
Şekil 8.8'de 2/2 yön kontrol valfinin şekli, iç yapısı ve sembolü görülmektedir. Konstrüksiyon olarak disk oturmalı olarak yapılır. Tamamen sızdırmaz olması, avantaj; uyarı için basınç kuvvetinin büyüklüğü dezavantajdır.

Şekilde görülen valfin fonksiyonu şu şekildedir: "b" konumunda "P" ve "A" kapalıdır. El kuvveti ile uyarıldığında "a" konumuna gelir. Bu durumda P'den A'ya basınçlı hava akışı olur. El kuvveti kaldırıldığı zaman, valf yay yardımı ile tekrar "b" konumuna gelir ve akış durur.

Tahliye hattı yoktur ve kumanda tekniğinde kullanımı azdır. Genellikle 3/2 valfin bir hattı kapatılarak (By - Pass) 2/2 valfi elde edilir ve kullanılır.



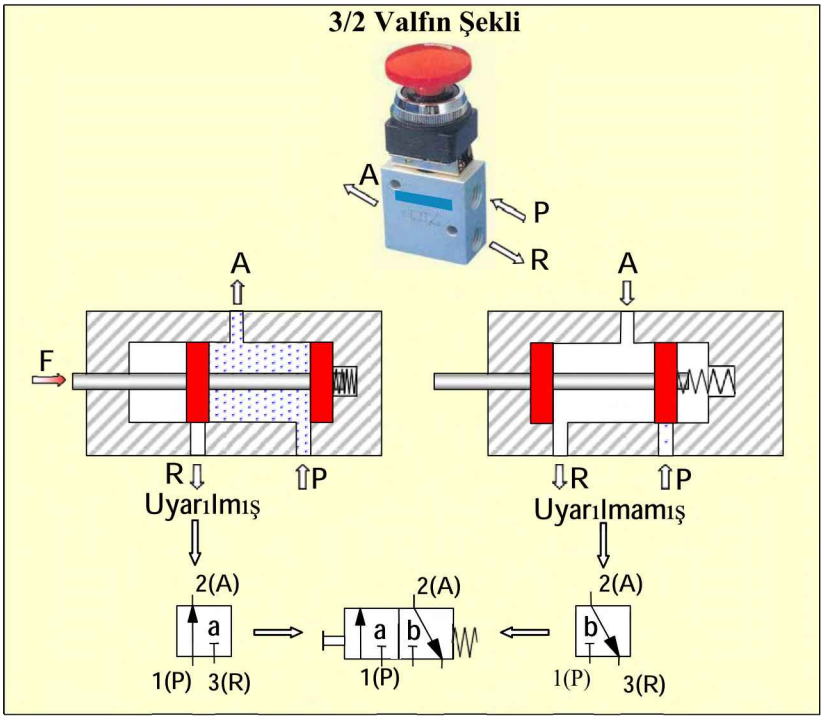
Şekil 8.8 2/2 Yön Kontrol Valfi



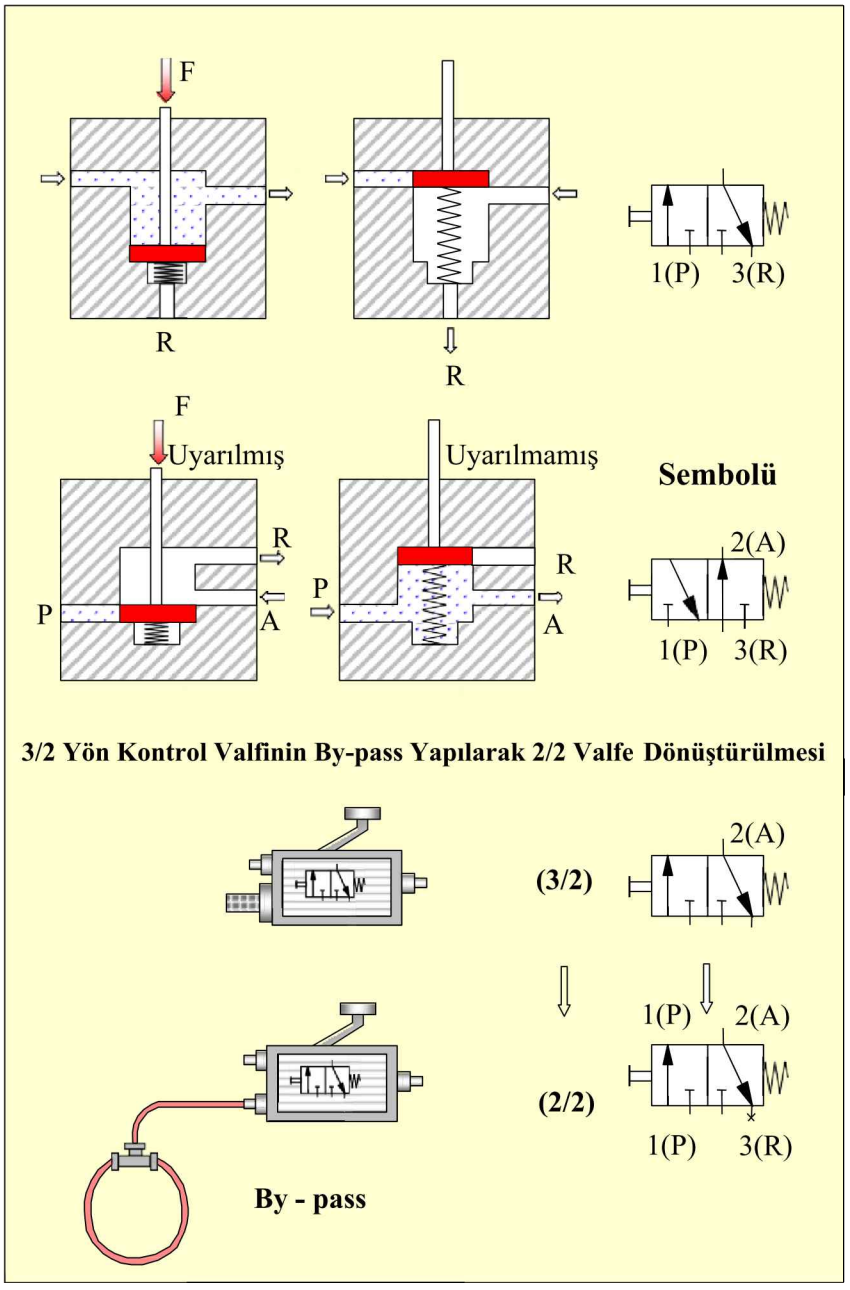
Şekil 8.9 2/2 Yön Kontrol Valfi Konstrüksiyon Çeşitleri

- **3/2 Yön Kontrol Valfi**

3/2 yön kontrol valfinin konstrüksiyonu, piston sürgülü ya da disk oturmalıdır. Şekil 8.10'da piston sürgülü tipinin şekli, iç yapısı ve sembolü görülmektedir. Burada küçük bir uyarı kuvveti yeterlidir; ancak sızdırmazlık temini emniyetli değildir.
Şekil 8.11'de disk oturmalı tiplerinin iç yapıları ve sembolleri görülmektedir.
3/2 yön kontrol valfleri genellikle tek etkili silindirlerin kumandasında kullanılır. Valfin fonksiyonu; 3/2 valfler, normalde kapalı ve normalde açık tiplerde yapılır. Şekil 8.10'da normalde kapalı tipi gösterilmiştir. Burada, "b" konumda P'den A'ya basınçlı hava akışı vardır. Egzoz hattı (R) kapalıdır.
El kuvveti ile uyarılarak "a" konumuna getirildiğinde, A'dan R'ye (egzoz) akış olur. El kuvveti kaldırıldığında, valf tekrar "b" konumuna gelerek kapalı duruma geçer.



Şekil 8.10 Yön Kontrol Valfi (Piston Sürgülü)

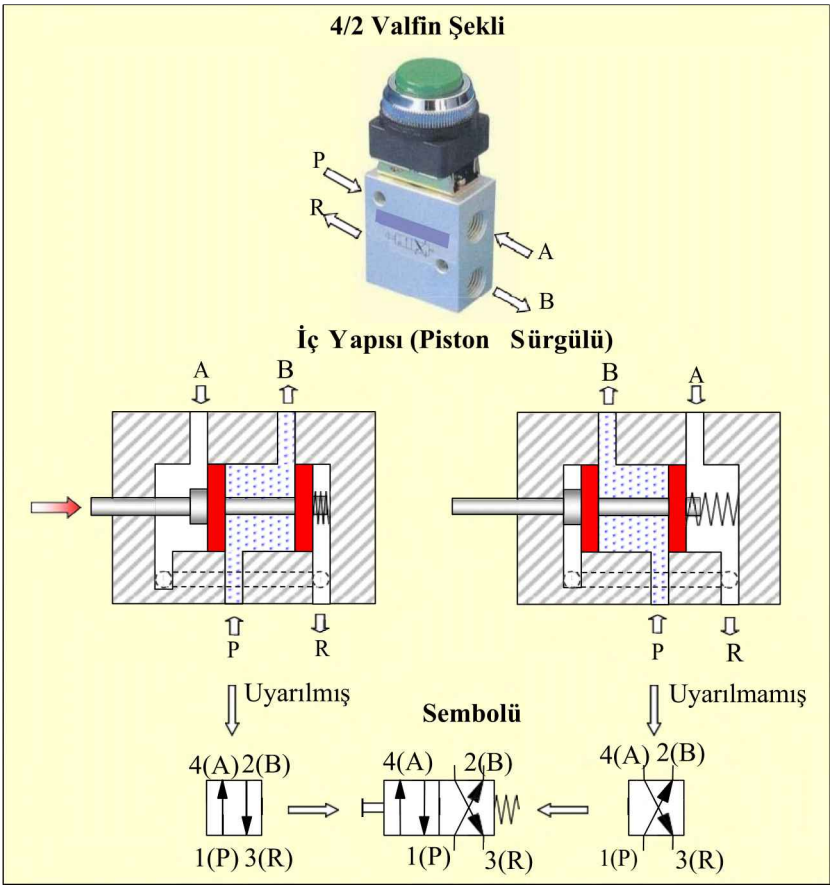


Şekil 8.11 Yön Kontrol Valfi (Disk Oturmalı)

- **4/2 Yön Kontrol Valfi**

4/2 yön kontrol valfleri çift etkili silindirlerde kullanılır. İki konumasahiptirler. Şekil 8.12'deki örnekte kilitlemeli valf görülmektedir. Burada, "b" konumu uyarılmamış hâli olup; A'den R'ye akış vardır. Yani egzoz işlemi gerçekleştirilir. Uyarılma konumu "a" olup, burada ise P'den A'ya akış olurken, tahliye (egzoz) B'den R'ye doğru olur.

Pnömatikte hızlı çalışma şartlarından dolayı iki tahliye hattına ihtiyaç vardır. Dolayısıyla, 4/2 valflerin artık günümüzde, pnömatik alanda kullanımı azalmıştır.

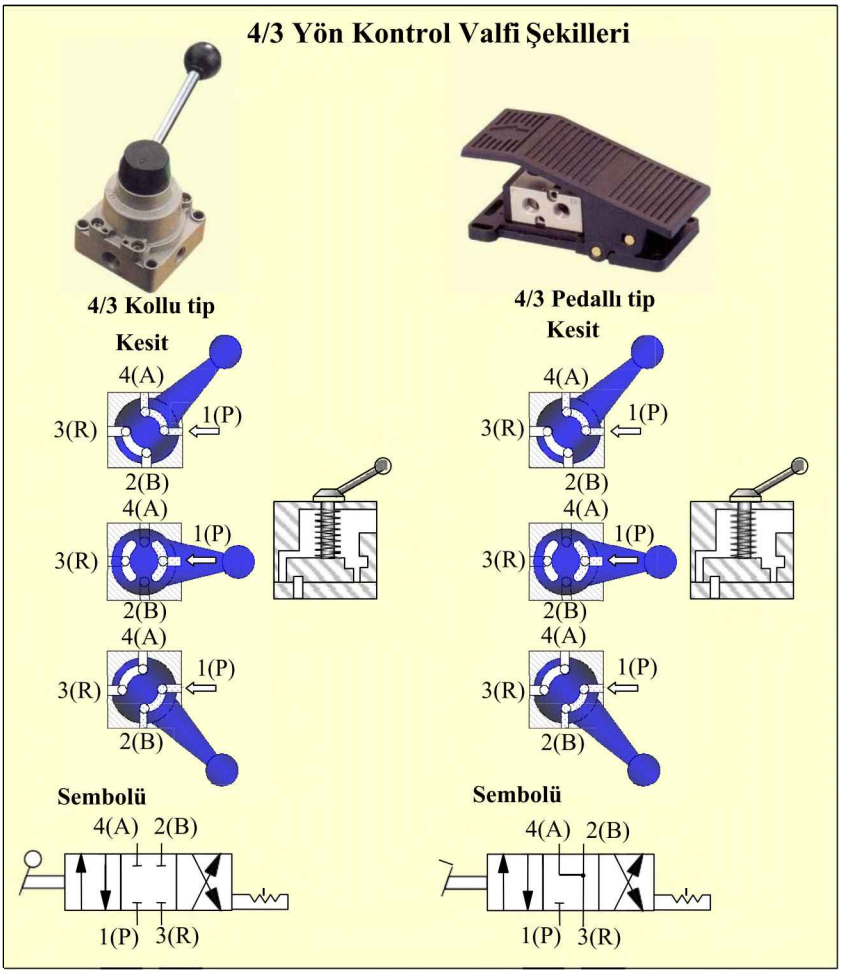


Şekil 8.12 Yön Kontrol Valfi

- **4/3 Yön Kontrol Valfi**

4/3 yön kontrol valflerinde 4 bağlantı yolu ve 3 anahtarlama konumu vardır. Konstrüksiyonu döner disk şeklindedir. Bu valf, genellikle el ve ayakla kumanda edilecek şekilde yapılır (Şekil 8.13).

Orta konumda çalışma hatları atmosfere açıktır. Bu konuma yüzer konum denir. Burada çalışma elemanı el kuvveti ya da dış kuvvetlerle hareket ettirilir. Orta konumda kapalı tipleri de vardır.

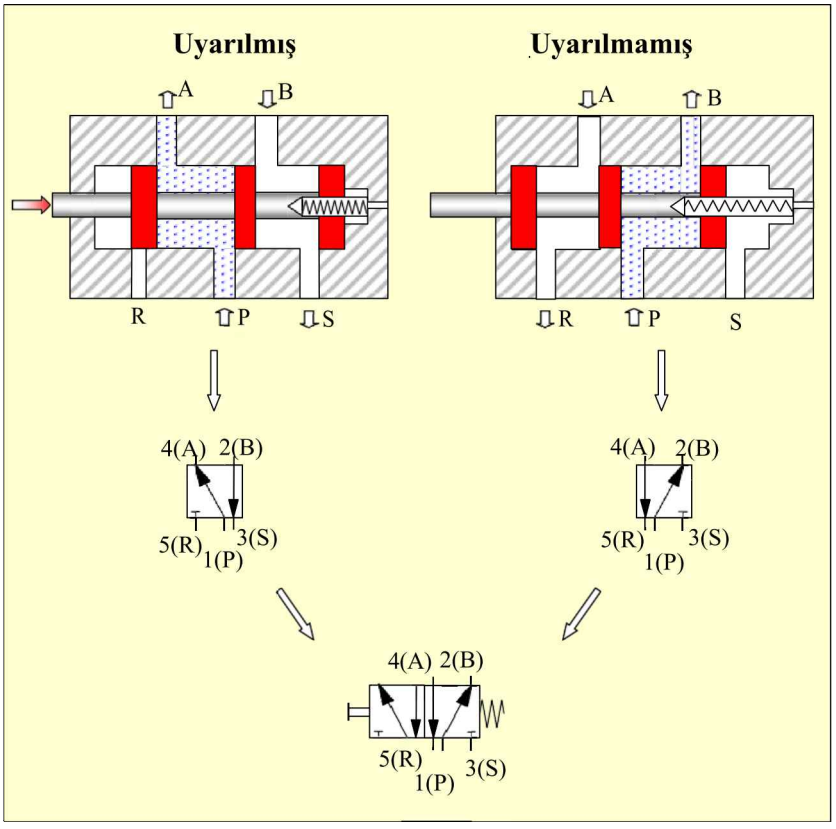


Şekil 8.13 4/3 Yön Kontrol Valfi

- **5/2 Yön Kontrol Valfi**

5/2 yön kontrol valfi 5 bağlantılı (yol) ve 2 anahtarlama konumuna sahiptir. Bu valfler genellikle, silindirden önce ve son kumanda elemanı olarak kullanılırlar. Çift etkili silindirlerin kumandasında kullanılan bu valfler, çift taraftan hava uyarılı olursa, hafıza elemanı olarak kullanılır.

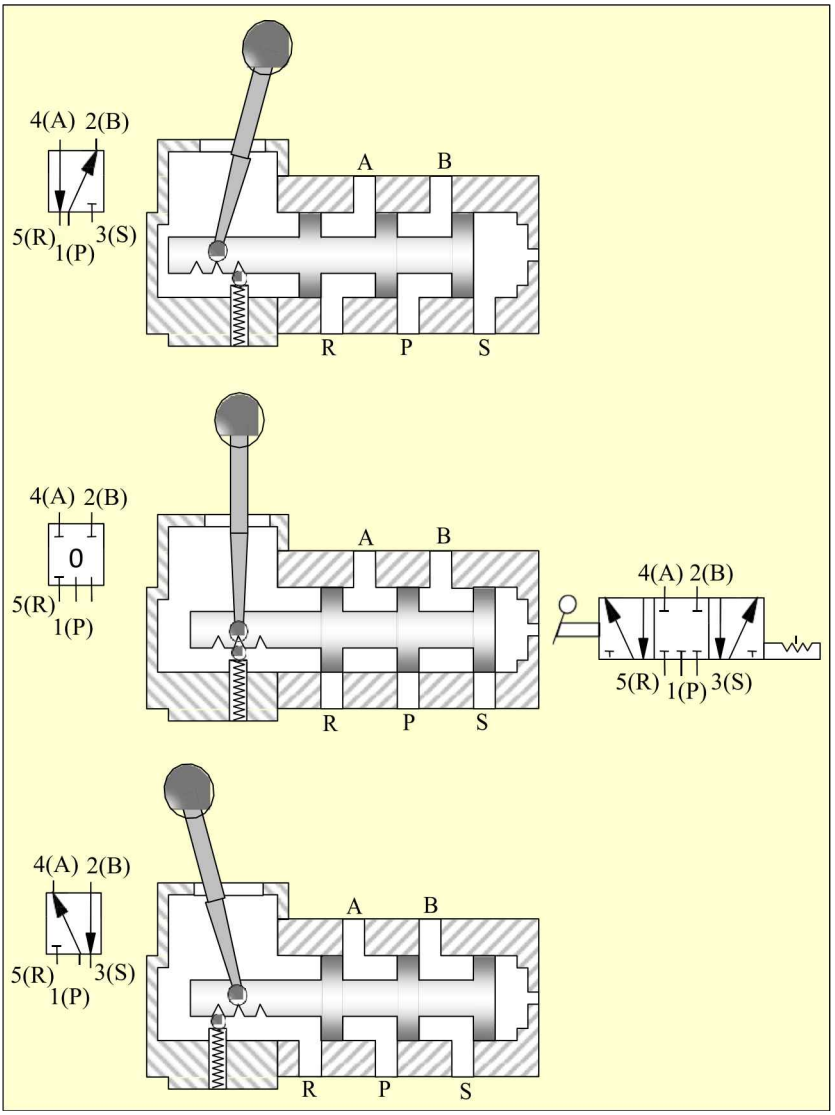
5/2 yön kontrol valfleri, piston sürgülü ve disk kapamalı olarak yapılırlar. Şekil 8. 14'te piston sürgülü valfe ait şekiller görülmektedir. Burada, "b" konumunda P'den B'ye ve A'dan R'ye akış vardır. El kuvveti ile valf "a" konumuna getirildiğinde, P'den A'ya ve B'den S'ye akış olur. El kuvveti kaldırıldığında ise valf yardımıyla tekrar "b" konumuna gelir.



Şekil 8.14 5/2 Yön Kontrol Valfi

- **5/3 yön kontrol valfi**

5/3 yön kontrol valfleri motor ve silindirlerin kumandasında kullanılır. Herhangi bir ara konumdaki çalışma elemanlarını durdurabilir.

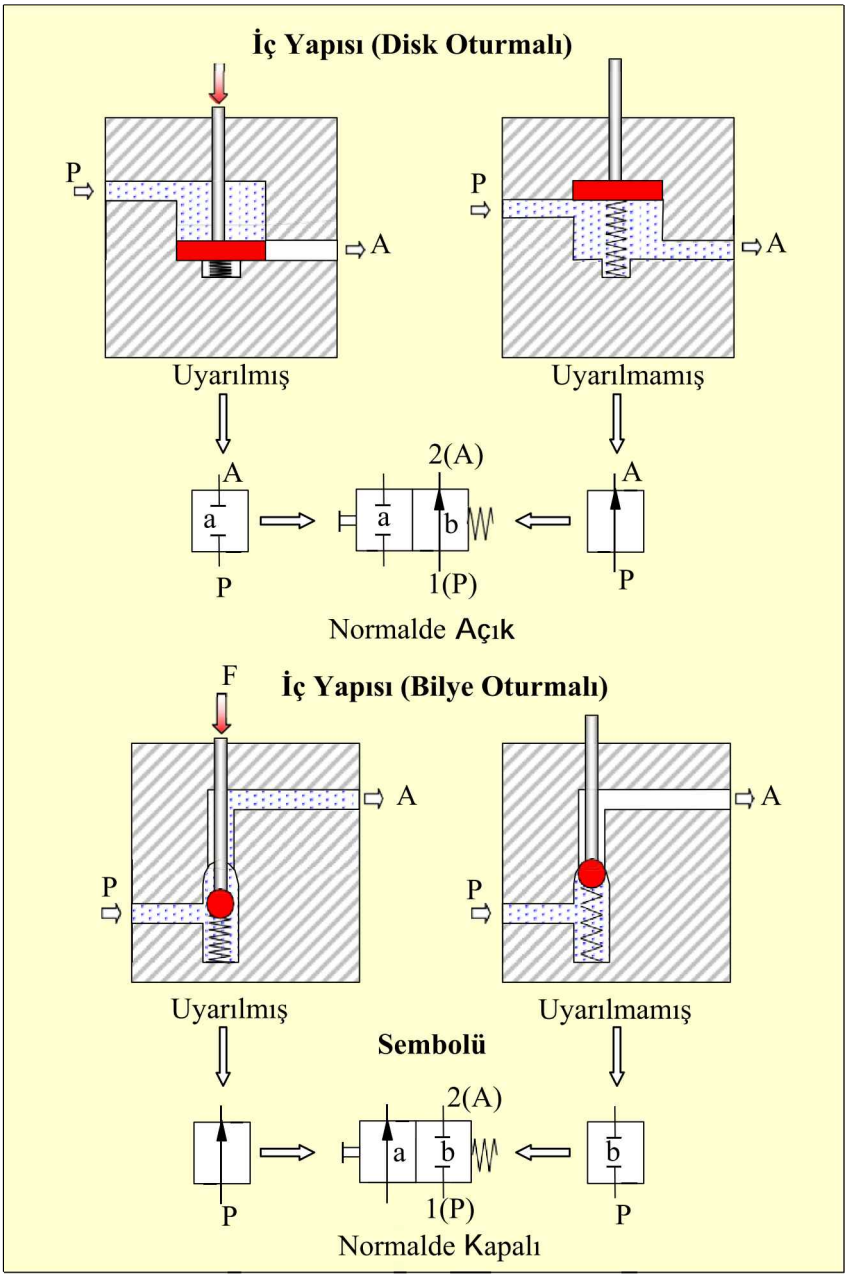


Şekil 8.15: 5/3 Yön Kontrol Valfi

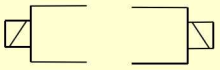
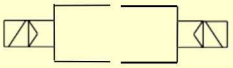
8.1.3. Valflerin Kumanda Şekilleri

Kumanda şekilleri ile ilgili semboller **DIN-ISO 1219'**a göre düzenlenmiştir. Şekil 8.16'da da valf kumanda sembolleri gösterilmiş.

Şekil 8.16 Valflerin Kumanda Şekilleri



Şekil 8.9 2/2 Yön Kontrol Valfi Konstrüksiyon Çeşitleri

Elektrik Kumandalı	
Tek Bobin Kumandalı (Selenoid)	
Çift Bobin Kumandalı (Selenoid)	
Çoklu Kumandalı	
Pnömatik Ön Kumandalı (Selenoid)	
Tek Bobin ve Yardımcı El Kumandalı	
Ön Kumandalı, Çift Bobinli (Selenoid) ve Yardımcı El Kumandalı	

8.2. Basınç Kontrol Valfleri

Basınç kontrol valfleri, pnömatik sistemdeki havanın basıncını kontrol altında tutmak için kullanılır. Böylece, aşırı basıncın sisteme zarar vermesini önler ya da belirlenen bir basınca ulaşınca valfin açık konuma geçmesini sağlarlar. Üç grupta incelenir.

8.2.1. Basınç Emniyet Valfleri (Basınç Sınırlama Valfleri)

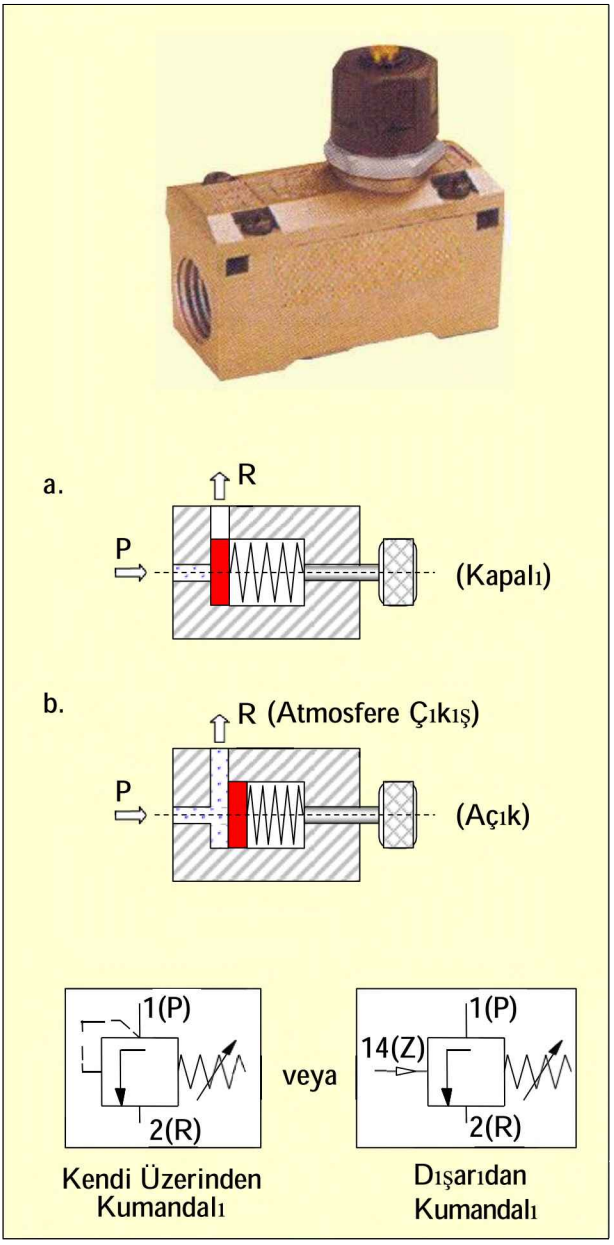
Basınç emniyet valfleri, basınçlı hava deposunu ve pnömatik sistem elemanlarını istenmeyen yüksek basınçtan korur. Dolayısıyla bir pnömatik sistemdeki hava basıncının, izin verilen en yüksek değeri aşmasını engeller. Genellikle, basınçlı hava depolarında emniyet amaçlı kullanılır. Yeterli basınçta hava ürettiği halde, kompresörün otomatik olarak durmaması durumunda, fazla havanın atmosfere atılmasını sağlar. Ancak endüstride pnömatik sistemlerde çok kullanılmaz. Bunun yerine pnömatik sistemde bulunan ve şartlandırıcının bir parçası olan basınç ayar valfi kullanılır.

Basınç sınırlama valfi; sistemde geçerli en yüksek basınç aşıldığında, yay kuvveti aşılarak, basınç belirlenen basınca düşünceye kadar havayı atmosfere atar. Basınç, istenilen değere gelince yay kuvveti ile tekrar P'den R'ye akış yolu kapatılır (Şekil 8.17.a).

Basınç sıralama valfinin çalışma prensibine göre, sembolü iki şekilde görülür**:**

Basınç sıralama valfi çalışma hattına bağlanır ve valf içindeki özel bağlantısıyla kendi üzerinden uyarılır (Şekil 17.b). Yani valf kendisini uyararak P'den R'ye akış yolunu açar ya da kapatır.

Basınç sıralama valfinin dışarıdan uyarı kısmı çalışma hattına; "P" yolu da basınç hattına bağlanır (Şekil 8.17.b). Çalışma hattındaki basınç belirlenen değeri aşarsa valfi uyarır. Böylece P'den R'ye akış başlar. Bunun sonucunda çalışma hattında basınç düşümü başlar. Basınç önceden belirlenen çalışma basıncı değerine geldiğinde, yay etkisi ile valfin P'den R'ye akış yolu kapatılır ve çalışma hattı belirlenen basınç değerinde kalır.



Şekil 8.17 Basınç Sınırlama Valfi

8.2.2. Sıralama Valfleri

Bu valf de basınç sınırlama valfi prensiplerine göre çalışır. Sıralama valflerinin basınç sınırlama valflerinden tek farkı kullanım yeridir. Sınırlama valfinde akış P'den R'ye olurken sıralama valfinde akış P'den A'ya, yani tüketim yerine olur (Şekil 8.18.a). Buna **açma valfi** adı da verilir.

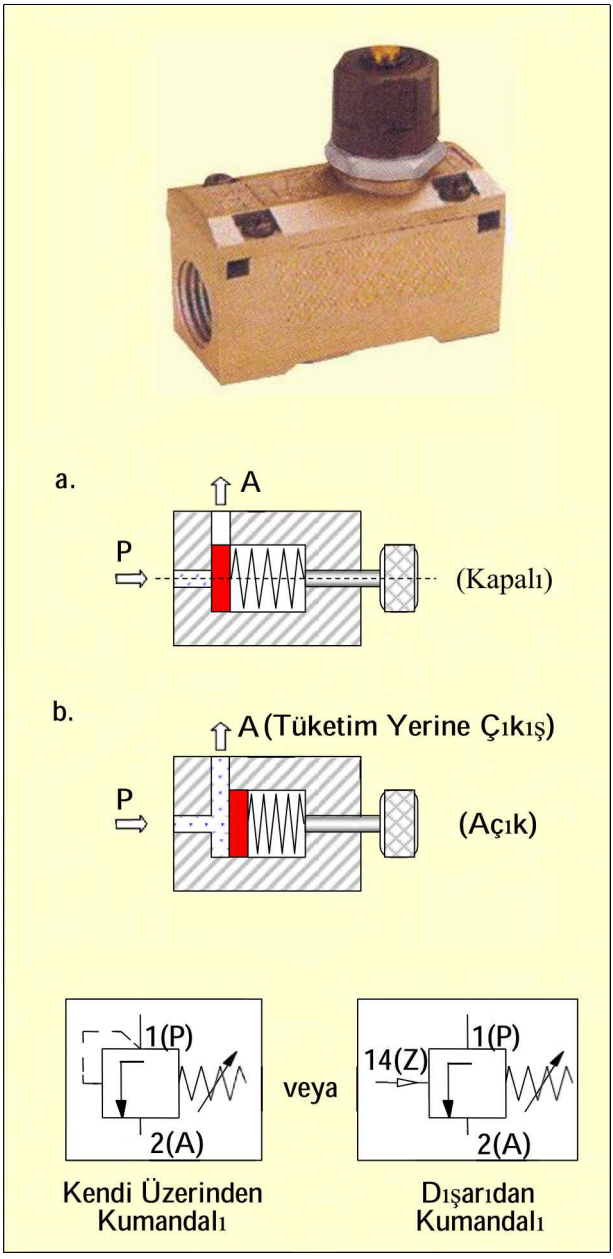
Basınç sıralama valfinin A çıkışı ayarlanan basınca ulaşıncaya kadar kapalı kalır. Ayarlanan basınca ulaşınca, yay kuvveti yenilir ve valf açılır. Bu durumda basınçlı hava, P'den A'ya (kullanım yerine) doğru akmaya başlar. Dolayısıyla bu valfler, bir işlemin gerçekleşmesi için, belirli bir basıncın bulunması ya da yetersiz basınçta işlemin yapılmaması için kullanılır.

Ayrıca, özelliği olan tüketim yerlerinin bulunduğu pnömatik sistemlerde; ancak yeterli basınç oluştuğunda devreye girilmesini sağlar. Örneğin; matkapla delme işleminde, pnömatik mengene parçayı yeterince sıkıştırınca, delme işleminin gerçekleşmesi sağlanır.

Basınç sıralama valfinin çalışma prensibinin, sınırlama valfinin çalışma prensibine benzemesi, sembollerinin de benzer olmasına neden olur. Sadece giriş (P) ve çıkış yolları (A) fonksiyonlarının değiştirilmesi yeterlidir. Buna göre iki çeşit sembol kullanılabilir.

Basınç sıralama valfi basınç hattına bağlanır ve valf içindeki özel bağlantısıyla kendi üzerinden uyarılır (Şekil 8.18.b). Yani, valf kendisini uyararak P'den A'ya (tüketim yerine) akış yolunu açar.

Basınç sıralama valfinin dışarıdan uyarı kısmı (Z) çalışma hattına, "P" yolu da basınç hattına bağlanır (Şekil 8.18.b). Çalışma hattında yeterli basınç oluşunca, valfin yay kuvveti yenilir. Böylece, basınçlı havanın P'den A'ya (tüketim yerine) akışı başlar ve bir sonraki adım başlatılmış olur.



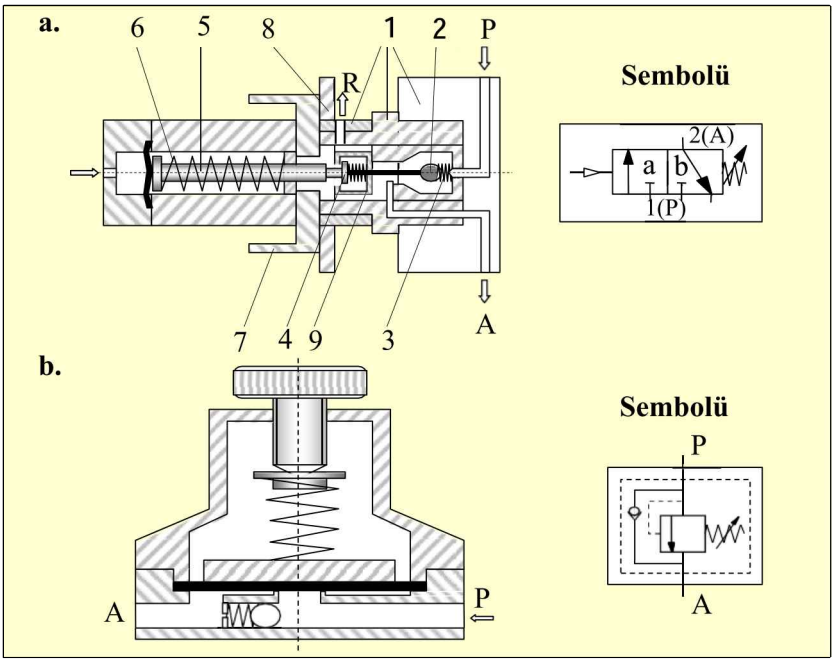
Şekil 8.18 Basınç Sıralama Valfi

Basınç sıralama valfinin değişik konstrüksiyonları vardır. Şekil 8.19.a'da basınca bağlı anahtarlamalı sıralama valfinin kesiti görülmektedir.

Burada, sakin konumda valf kapalıdır. "P" basıncı, yay (3) sayesinde bilyeyi (2) bastırır. Bu konumda A'dan R'ye akış serbesttir.

Uyarı hattındaki (Z) basıncın yay kuvvetini (6) yenecek şekilde artması durumunda, uyarma pistonu (5) valf pimine (4) doğru hareket eder. Sızdırmazlık elemanı yardımıyla, A ile R arasındaki bağlantı kapanır. Valf piminin devam eden hareketiyle, bilye (2), P basıncı ve yay kuvvetine (3) karşı itilir. Bilyenin (2) itilmesiyle P'den A'ya akış başlar. Uyarı basıncının (Z) düşmesiyle, aynı olaylar ters yönde tekrarlanarak akış kesilir.

Ayrıca, içerisine birçok valf yerleştirilmiş basınç sıralama valfleri de vardır (Şekil 8.19.b).



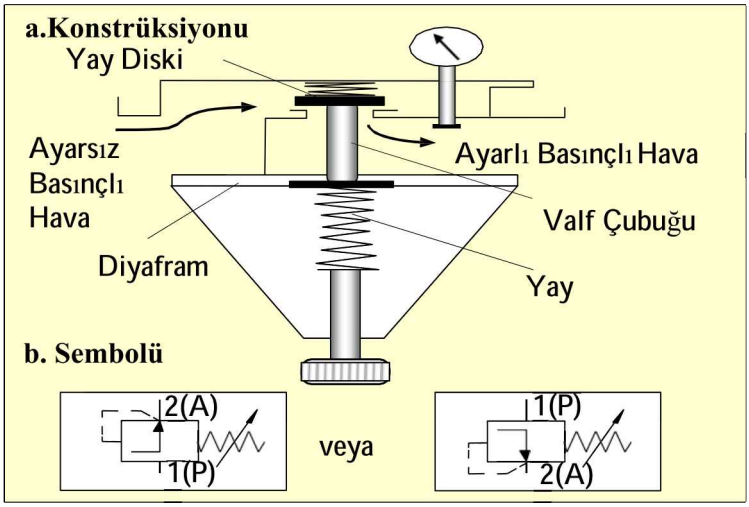
Şekil 8.19 Basınç Sıralama Valfi Konstrüksiyonları

8.2.3. Basınç Regülatörü (Ayarlanabilir Tahliyesiz)

Basınç düşürme ya da basınç ayar valfi de denilen bu valfin görevi, giriş basıncını istenen ve ayarlanabilen bir çıkış basıncına indirgemektir. Kumanda problemlerinde sıkça kullanılır. Örneğin; kırılabilecek bir parçanın sıkılmasında belirli bir kuvvetin geçilmesi istenmiyorsa, bu valf kullanılır. Aslında şartlandırıcının bir parçası olan bu valf, her sistemde bulunmaktadır. Basınç regülatörü, tahliyeli ve tahliyesiz olmak üzere iki şekilde görülür.

Şekil 8.20'de ayarlanabilir tahliyesiz konstrüksiyon şekli görülmektedir.

Burada yüksek al ışma basın ı (akış) durumunda diyagram üzerindeki kuvvet artaak ve diyagrama uygulanan kuvvet yüksek de ğere ulaşaakt ır. Dolayısıyla ayarlanan yay kuvveti yenilerek diyafram valf ubu ğu tarafından itileektir. Bu sırada valf diski akış yolunun kesitini küültür ya da duruma göre kapat ır. Böylee ava miktar ı azalır ya da tamamen kesilerek sistem bas ın ı düşer.

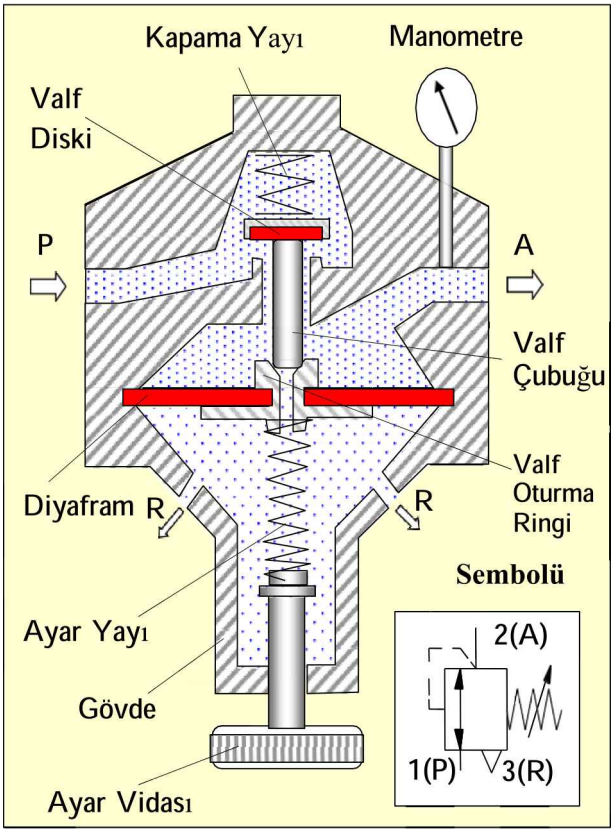


Şekil 8.20 Tahliyesiz Basınç Ayar Valfi

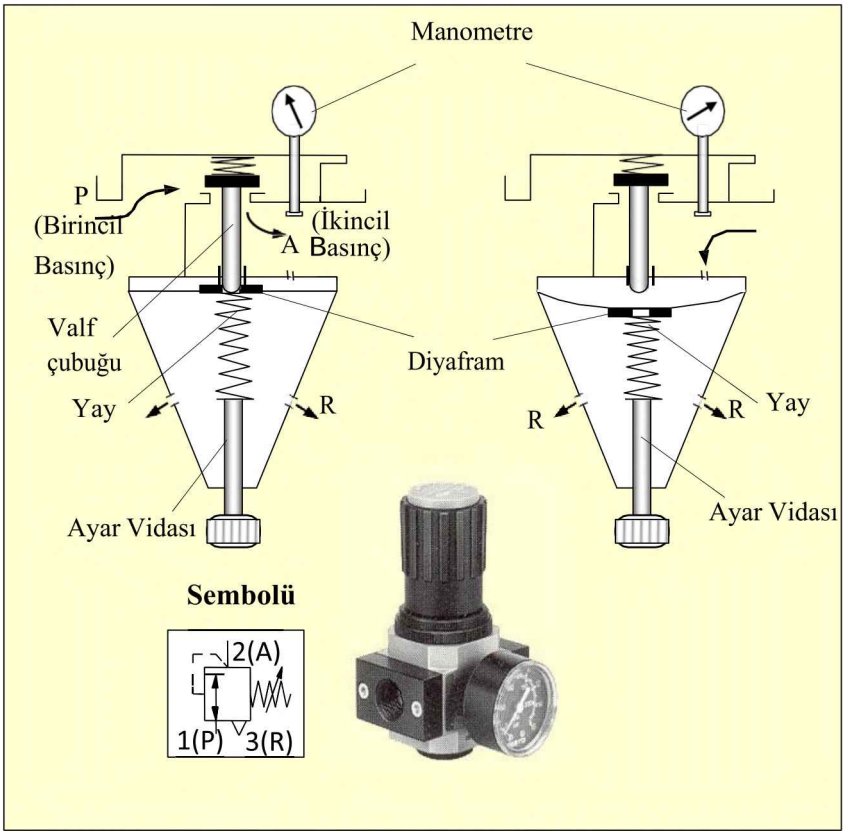
8.2.4. Basınç Regülatörü (Ayarlanabilir Tahliyeli)

Tahliyeli basınç regülatörü (ayar valfi) P, A ve R olmak üzere 3 yolludur (Şekil 8.21). Görevi; kompresörden gelen dalgalanmalara sahip ve istenen değerden daha büyük olan giriş basıncını, yaklaşık olarak sabit ve ayarlanabilir daha küçük bir değere indirgemektir.

Bir pnömatik sistemin sorunsuz çalışabilmesi için, öncelikle basınç seviyesinin mümkün olduğunca sabit kalması gerekir. Bunun için **basınç ayar valfi** kullanılır. Ayarlanması gereken basınç seviyesi, sistem bölümünün özelliğine göre belirlenmelidir. Pnömatik sistemlerde pratik olarak; güç veya çalışma bölümüne 6 bar ve kontrol bölümüne 4 bar'lık basınç ayarı uygundur.



Şekil 8.21 Tahliyeli Basınç Ayar Valfi



Şekil 8.22 Basınç Regülatörü Çalışması

Basınç ayar valfinin giriş basıncı (birincil basınç) her zaman çıkış basıncından (ikincil basınç) yüksektir. Basınç ayarı bir diyafram yardımıyla gerçekleştirilir.

Diyaframın bir tarafına ikincil basınç uygulanırken, diğer tarafının değeri ayar vidası ile ayarlanan yayın karşı kuvvetini etkiler. Ayar vidasının çevrilmesiyle, yay kuvveti ve ikincil basıncın değeri değişir (Şekil 8.22).

Tahliyeli basınç ayar valfinde hava, diyaframın ikincil tarafındaki basıncı ayarlanan değere ulaşıncaya ya da basınç farkı sıfırlanıncaya kadar, atmosfere açılan tahliye deliğinden (R) dışarıya atılır.

Çalışma prensipleri aynı olmasına karşılık, konstrüksiyonları farklı olan basınç ayar valfleri vardır.

Şekil 8.21'de konstrüksiyonu ve Şekil 8.22'de çalışma şekli gösterilen basınç ayar valfinin ayar vidası tamamen gevşetildiğinde valf kapalıdır. Dolayısıyla P'den A'ya akış yoktur. Ayar vidasının sıkılmasıyla valf çubuğu (pimi) yukarıya doğru itilir ve valf açılır. Böylece belirli bir çalışma basıncı ayarlanmış olur.

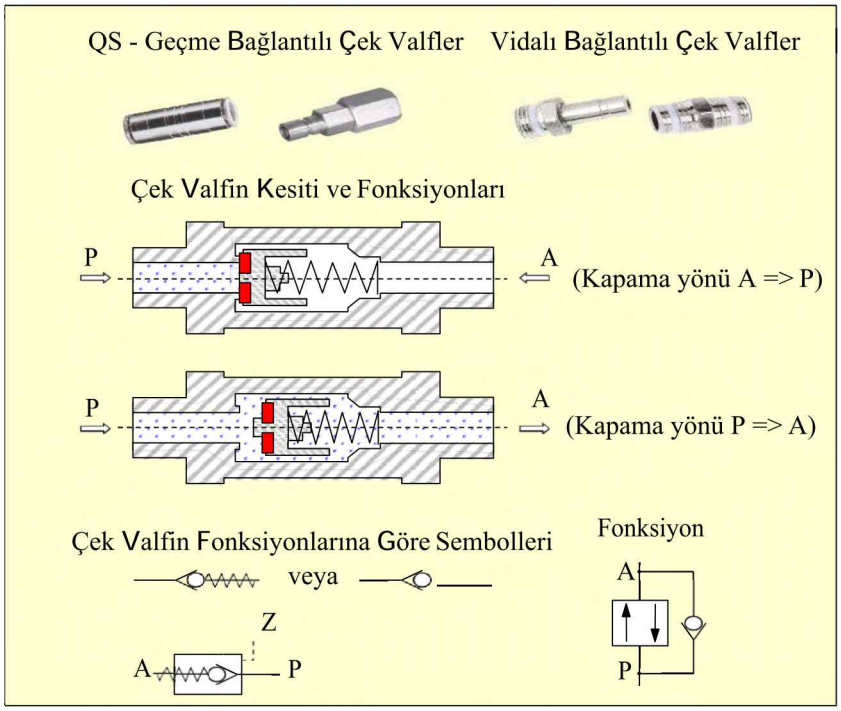
Ayarlanan ve elde edilen basınç, bir manometre ile gözlemlenir. Burada önemli olan devre elemanları ve iş parçasının korunmasıdır. Manometrenin bozulması durumunda sistem emniyeti tehlikeye düşebilir. Dolayısıyla, pnömatik sisteme ikinci bir manometre bağlanması, emniyet yönünden uygun olur.

8.3. Çek Valfler (DIN 1219)

Kapama görevli bu valflere, **tıkama** ya da **dönüşsüz valf** adı da verilir. Bir giriş (P) ve bir çıkış (A) vardır. P'den A'ya akış olup, A'dan P'ye geri dönüş yoktur (Şekil 8.23).

Çek valfler en basit kapama valfidir. Bu valfin bir yönde akışı tamamen kesmesi, diğer yönde akışı serbest bırakması istenir. Kapama elemanı olarak bir bilya, konik bir plaka ya da bir diyagram kullanılır.

Çek valfler basınçlı hava deposunda ve çeşitli pnömatik elemanların birbirini etkilemesini engellemek amacıyla kullanılır.

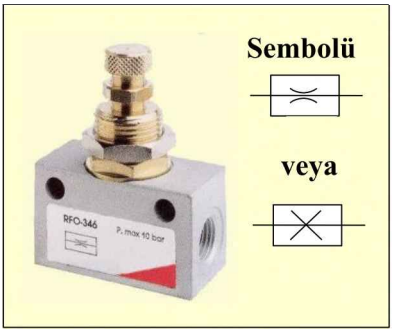


Şekil 8.23 Çek Valfin, Kesit ve Çalışma Prensibi

8.4. Akış Kontrol Valfleri

Akış kontrol valfleri, bir boru içinden geçen basınçlı hava akışının miktarının ayarlanmasında kullanılır. Akış kontrol valfleri her iki yönde akan basınçlı havanın debisini kontrol ettiğinden, **debi valf** olarak da adlandırılır [debi = litre/dakika (l/dak)]

Akış kısma valfleri aslında ayarlanabilir bir dirençtir.



Şekil 8.24 Sabit Akış Kontrol Valfi

Ayar vidasının çevrilmesiyle havanın akacağı kesit küçültülür ya da büyütülür. Böylece çalışma elemanın hızı değiştirilir. Fonksiyonlarına göre değişik konstrüksiyonlarda yapılır.

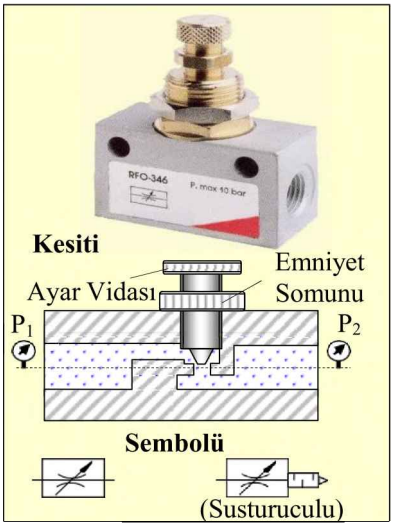
8.4.1. Sabit Akış Kontrol Valfleri

Sabit akış kontrol valfleri sadece bir akış hızı için yapılır. Bazı makine kısımları ya da pnömatik sistemlerin hep aynı hızda çalışması düşünülebilir. Bu durumda sabit akış kontrol valfleri kullanılır (Şekil 8.24).

Ancak, çeşitli nedenlerle akış hızı değişebilir. Bu durumda valf bir işe yaramaz. Dolayısıyla, endüstride bu valfler sıkça kullanılmaz.

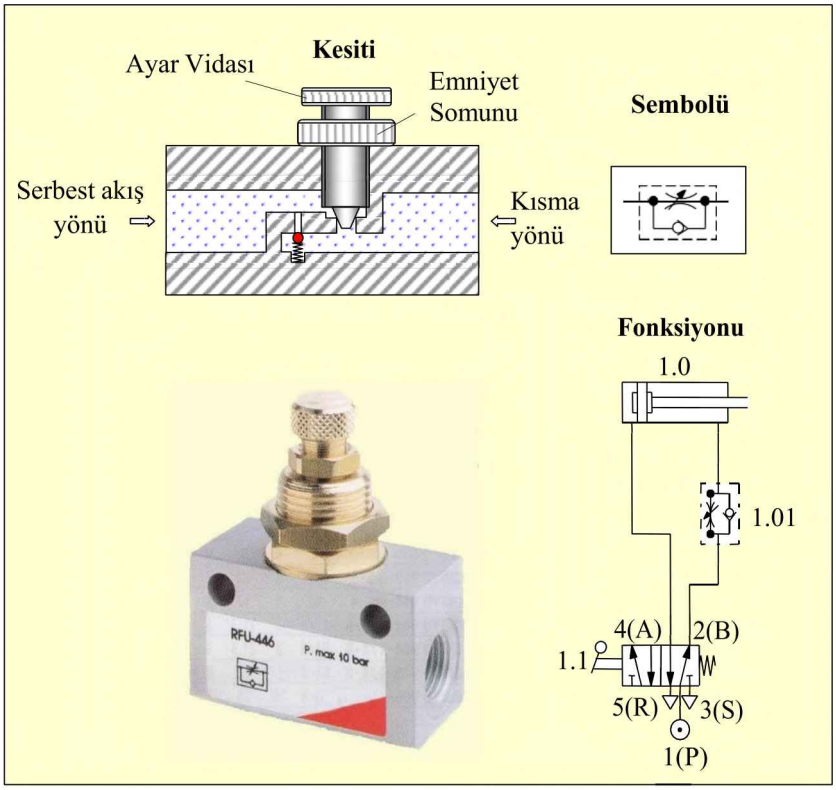
8.4.2. Çek Valfli Akış Kontrol Valfleri

Çek valfli akış kısma valfi; basınçlı havanın bir yönde serbestçe, diğer yönde ise kısılarak geçmesini sağlar. Karşı yönde hava akışının kısılması sırasında, basınçlı havanın bir yönde akışını sağlar. Hava valf içinde kısma yönüne akıyorsa, çek valf serbest akışı keser ve hava kısma boşluğundan geçer. Ayar vidasının çevrilmesiyle, ayarlanan değerde geçen hava, belirlenen bir akış hızına ulaşır.



Şekil 8.25 Ayarlanabilir Akış

Şekil 8.26'da görülen çift etkili silindirde, çalışma hattına bağlı bulunan çek valfli akış kontrol valfi ile dışarıya hareket hızı, valfin kısılmasıyla ayarlanır. Pistonun geriye çıkışı kısmasız olarak yapılır; çünkü basınçlı hava, kısma noktasında dirençle karşılaşır. Bu nedenle kısma noktasından kolay geçtiği için, çek valf üzerinden geçer. Böylece pistonun iş yaparken ayarlanan bir hızla, geriye boşta geldiği için hızla dönüşü sağlanmış olur. Çek valf ve kısma valfi bir gövde üzerine monte edilmiş tek bir elemandır.



Şekil 8.26 Çek Valfli Akış Kontrol Valfi

8.5. Özel Valfler

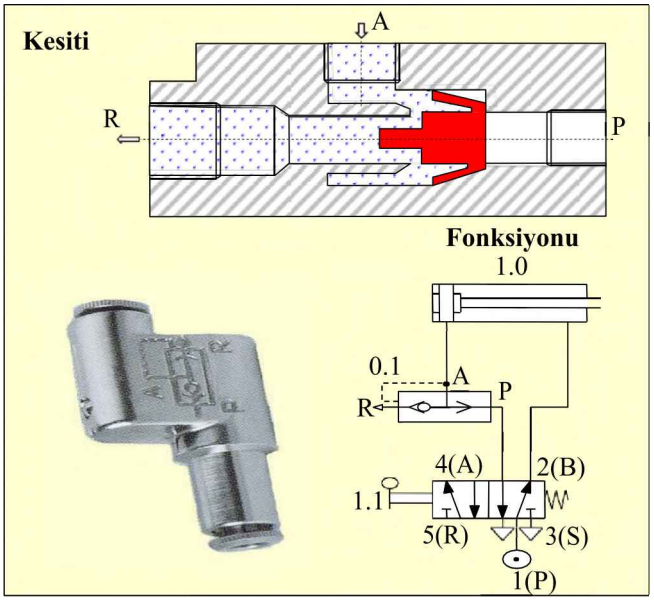
Özel tanımlanması olmamasına rağmen, çeşitli imâlatçıların standartına bağlıdır. Özel valfler bazı durumlarda, standart valflerin normal yapı serilerini tamamlar.

8.5.1. Çabuk Egzoz Valfi

Çabuk egzoz valfi, kullanılmış havanın çabuk tahliye edilerek piston hızının artırılması için kullanılır. Özellikle tek etkili silindirlerde, çabuk tahliye valfiyle dönüş zamanı kısaltılabilir.
Bu valfler doğrudan silindirlere takılır ve silindirlerin geriye dönüşünde akan havayı yön kontrol valfi üzerinden değil, direkt olarak atmosfere atar.

Şekil 8.27'de çabuk egzoz valfinin kesit resmi ve fonksiyon devresi görülmektedir.

Pistonun geri dönüşünde A'dan geçen hava, valf üzerinden bilyayı ya da diski iter. Daha kolay hava tahliyesi için, "P" yolu kapanır ve A'dan R'ye doğru hava akışı başlar.



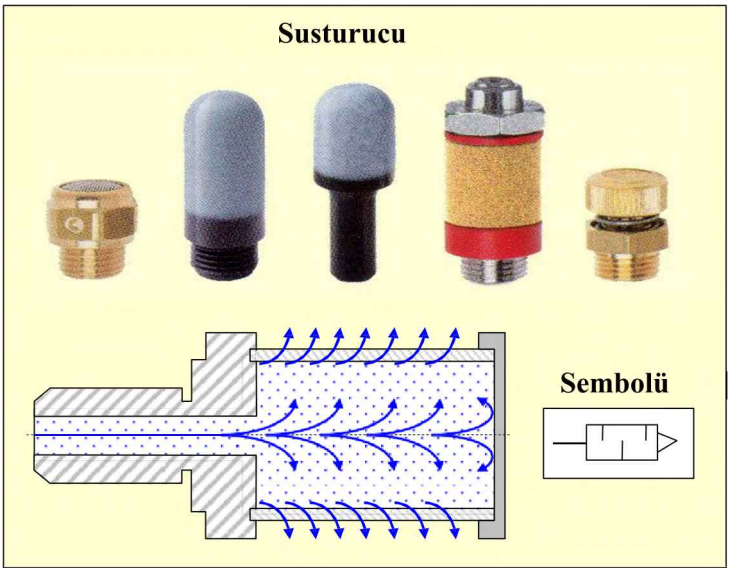
Şekil 8.27 Çabuk Egzoz Valfi

8.5.2. Susturucu

Pnömatik sistemde kullanılan basınçlı havanın, sistem egzozundan çıkışı sırasında, atmosferle teması sonucunda büyük bir ses (gürültü) oluşur. Özellikle kapalı ortamlarda bu gürültü daha da fazla olur ve çevreyi rahatsız eder. Bu olumsuzlukları engellemek için **susturucu** kullanılır.

Susturucular, normal olarak valflerin egzoz çıkışlarına vidalanır. Böylece egzoz hattındaki hava doğrudan dışarıya değil, susturucudan geçerek atılır. Özellikle, çabuk tahliye valflerine susturucu takılarak gürültü önlenir.

Susturucularda, hava çıkış yüzeyleri büyütülerek, hava çıkış hızı küçültülür. (Şekil 8.28). Daha sonra susturucu içindeki sinterlenmiş yüzeye çarpan hava, eşit aralıklı deliklerden dışarıya çıkar.



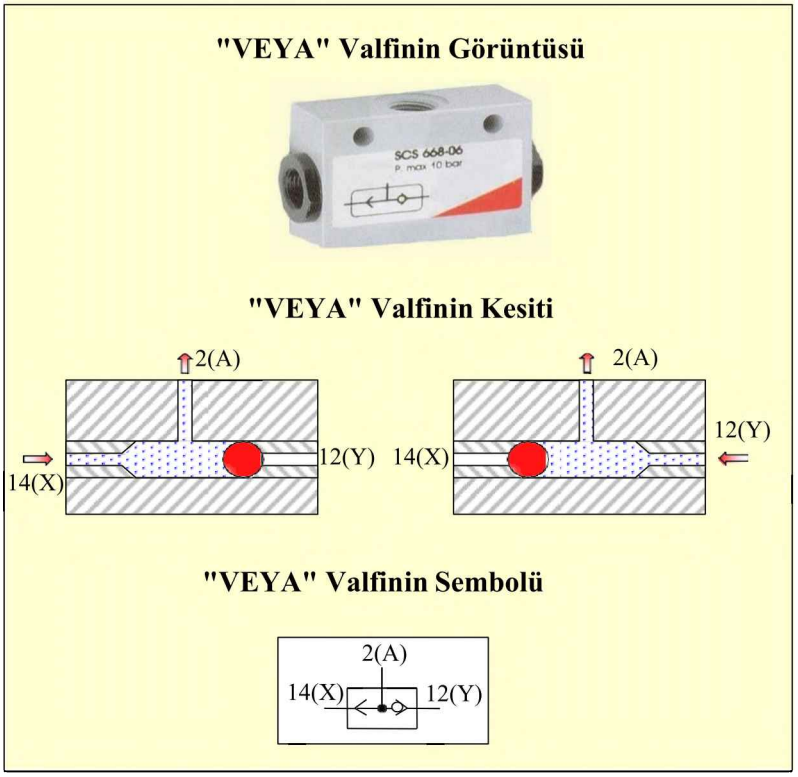
Şekil 8.28 Susturucu

8.5.3. "VEYA" valfi

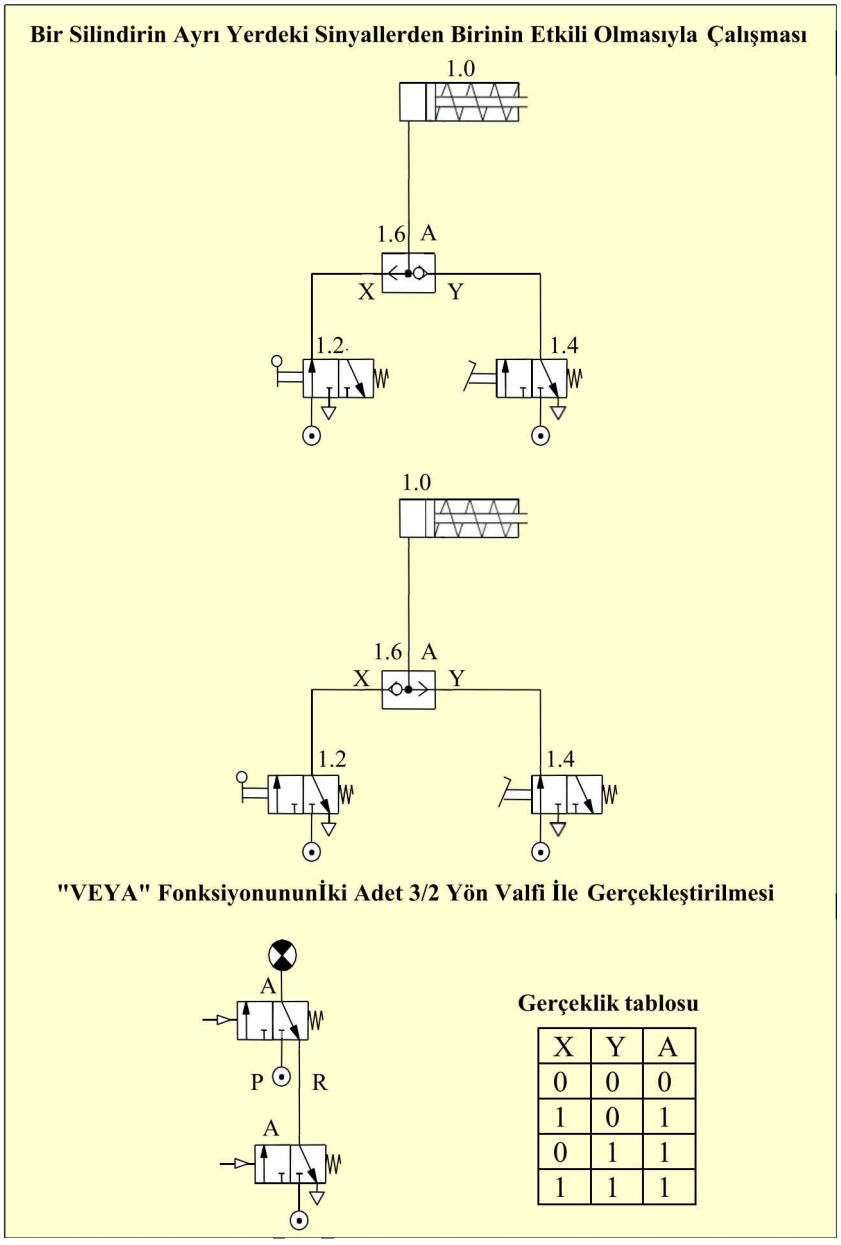
VEYA" valfinin X ve Y olmak üzere iki basınçlı hava girişi; A ile gösterilen bir çıkışı vardır (Şekil 8.29).

Kapama etkisi hep akışına (akış yönü) yöneliktir. Dolayısıyla, X girişine basınçlı hava gönderildiğinde Y girişi kapanacak ve hava A çıkışına doğru akacaktır. Aynı şekilde Y girişine hava gönderilirse, bu defa X girişi kapanacak ve hava akışı A çıkışına doğru olacaktır (Şekil 8.30).

"VEYA" valfi, bir pnömatik sistemde silindirik iki ayrı konumdan kumandası için kullanılır. İki butona basılırsa da asıl çalışma amacı bu değildir.



Şekil 8.29 "VEYA" Valfinin Yapısı ve Sembolü



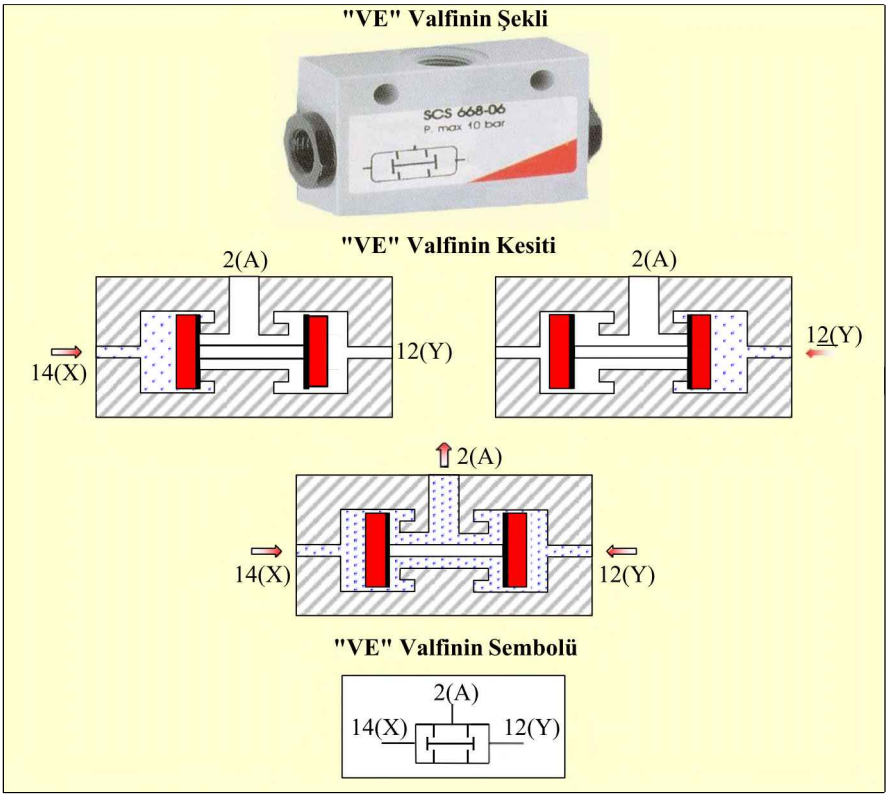
X	Y	A
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

Şekil 8.30 "VEYA" Uygulaması ve Gerçeklik Tablosu

8.5.4. "VE" Valfi

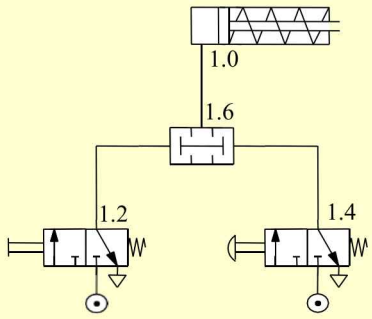
"VE" valfi X ve Y olarak gösterilen iki basınçlı hava girişi ve A ile belirtilen bir hava çıkışı vardır. Hava çıkışı "A", iki girişin de (X,Y) uyarılı olması durumunda gerçekleşir (Şekil 8.31). Sadece bir giriş sinyalinin etkili olması durumunda çıkışta hava akışı olmaz.

"VE" valfi kilitleme, dolayısıyla güvenlik kontrolünde ve mantık işlerinde kullanılır. Örneğin, bir pres tezgâhında çalışan işçi; her bir eli ile ayrı ayrı bir butona, aynı anda basınca pres çalışır. Bu durumda işçinin bir elinin pres altında unutulma ihtimali yok edilerek emniyet sağlanır.

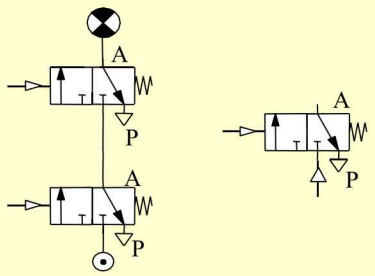


Şekil 8.31 "VE" Valfinin Yapısı ve Sembolü

Bir Silindirin, Ayrı Yerdeki Sinyallerden Birinin Etkili Olmasıyla Çalışması



"VE" Fonksiyonunun İki Adet 3/2 Yön Valfi İle Gerçekleştirilmesi



Gerçeklik Tablosu

X	Y	A
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

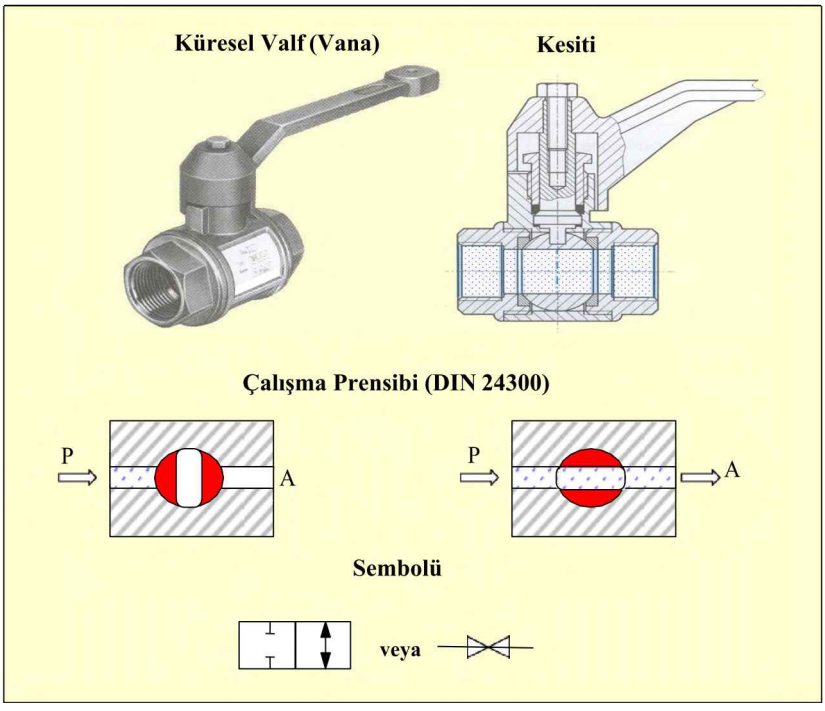
Şekil 8.32 "VE" Valfi Uygulaması ve Gerçeklik Tablosu

8.5.5. Kapama Valfi

Pnömatik sistemlerde, özellikle hava dağıtım şebekelerinde, basınçlı havanın bazı bölgelere gitmemesi istenir. Dolayısıyla kapama valfleri, basınçlı havanın belirli bölgelere gönderilmesini veya bu bölgelere giden havanın kesilmesini sağlar.

Örneğin; bir atölyenin bir bölümünde bakım, onarım vb. işler olabilir. Sadece bu bölüme giden hava, kapama valfi ile kapatılır; diğer bölümler ise normal çalışmasına devam eder.

Valfin çalışma şekli: Bu valfin sadece bir akış yönü bulunur. Açar ve kapar şekilde yapılır. "Açar" yol valfi, normal konumda kapalıdır. Çalıştırıldığında yol valfi açılır. Böylece, basınçlı hava akışı başlar. Şekil 8.33'te örnek olarak, **küresel valf** (vana) gösterilmiştir. Ayrıca çalışma prensibi de belirtilmiştir.



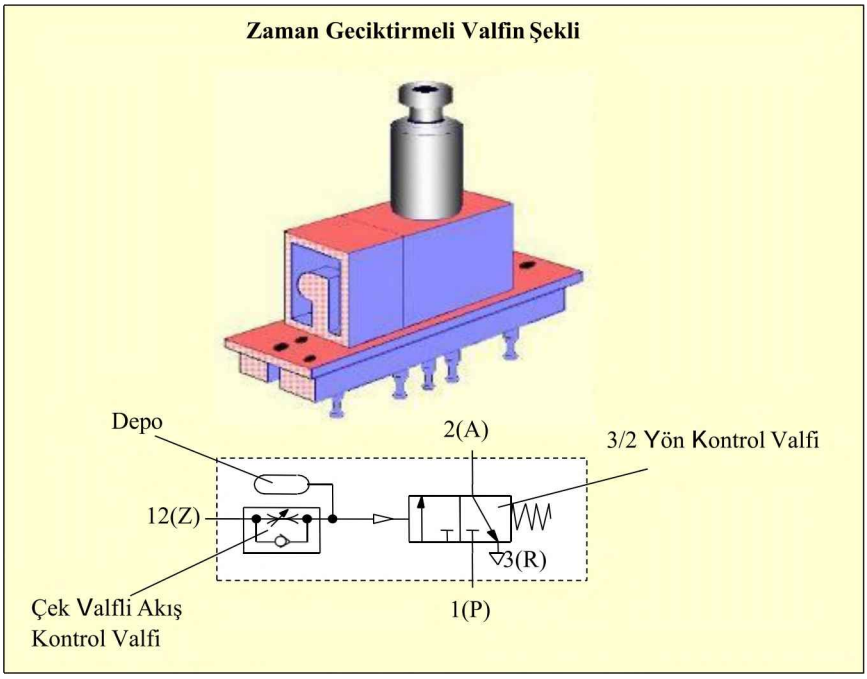
Şekil 8.33 Kapama Valfleri

8.5.6. Pnömatik Zaman Geciktirme Valfleri

Zaman geciktirme valflerinin görevi; bir start sinyaline, zamana bağlı olarak cevap vermektir. Dolayısıyla, cevap verme süresi yani zaman ayarlanabilir.
Zaman geciktirme valflerine, zaman rölesi (timer) adı da verilir. Bu valf üç ana elemandan oluşur (Şekil 8.34).

- 3/2 yön kontrol valfi
- Hava deposu
- Çek valfli akış kısma valfi

Bu elemanlar, çeşitli özelliklerde seçilerek değişik zaman fonksiyonlarını gerçekleştirilebilir.
Örneğin, yön kontrol valfi normalde kapalı ya da açık seçilerek zaman süresinin başlatılması kontrol edilebilir. Böylece, açma ve kapamanın geciktirilmesi gibi fonksiyonlar gerçekleştirilir.

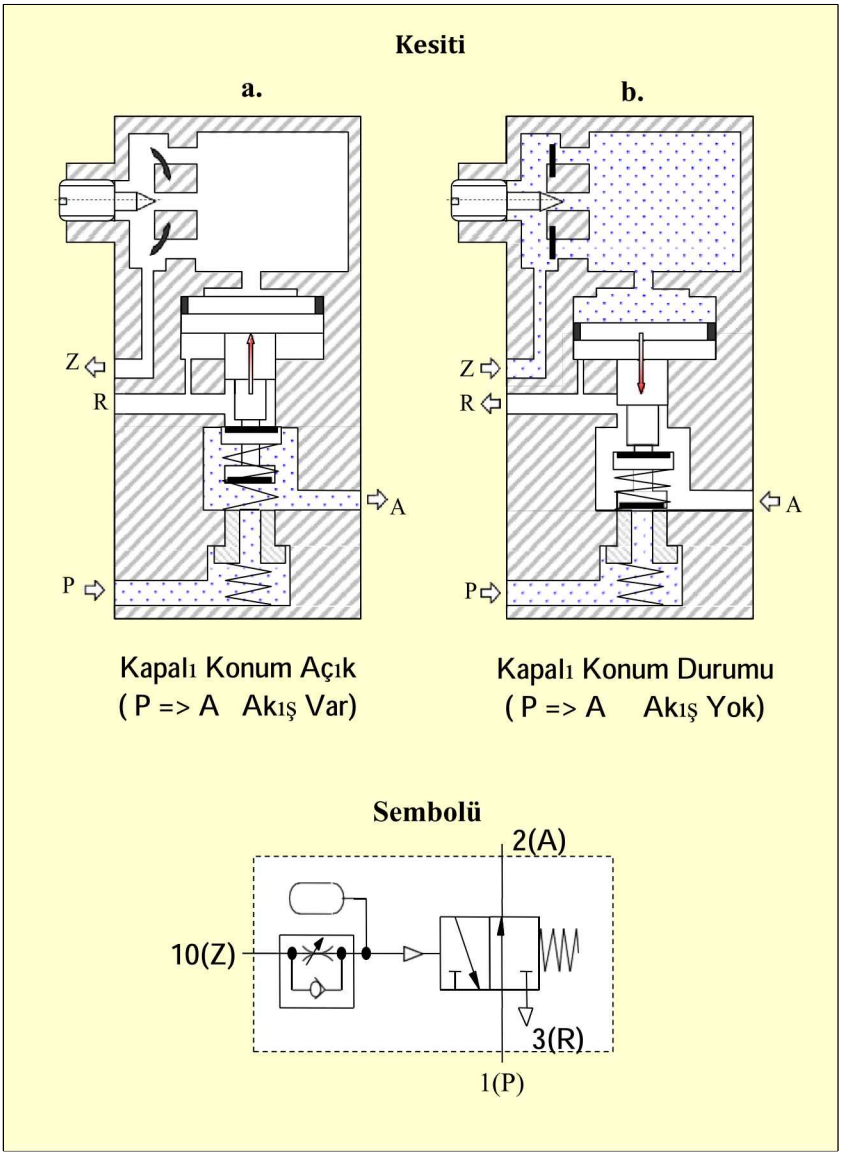


Şekil 8.34 Zaman Geciktirme Valfi

8.5.6.1. Normalde Açık Zaman Geciktirme Valfleri

Şekil 8.35'te görülen normalde açık zaman geciktirme valfi, Şekil 8.35.a'da normal konumda açıktır. Şekil 8.35.b'deki valfe gönderilen sinyal (Z) ile depo (akü) doldurulur ve daha sonra büyük pistona etki eden basınçlı hava, alttaki yayı aşağıya doğru iter. Böylece, A'nın yolu R'ye açılır. Alttaki yay serbest durumdayken, "P" girişi "A"ya kapalıdır. Üst kısımdaki deponun içine dolan havanın basıncı yükselir ve alt yüzeydeki büyük pistona etki ederek, altındaki yayın karşı kuvvetini yener. Böylece; valfe, "Z" sinyali olarak giren havanın yayı itecek basıncı meydana getirinceye kadar geçecek zaman, arzu edilen ve ayarlanan bekleme zamanı olacaktır.

Bu zaman geciktirme valfi, dalgınlıkla devreye uzun zaman basınçlı hava verilmesini, önlemek için yararlıdır. Örneğin; sıcak presleme yapılan bir işte, butona uzun süre basılı tutulduğunda iş parçası zarar görebilir. Bu durumda sıcak presleme süresi, valfin vidalı parçası ile ayarlanır. Butona basma uzun süreli olsa bile valfin deposu dolduğunda sinyal göndererek 3/2 yön valfini kapalı duruma getirir. Böylece, pistona basınçlı hava akışı durur ve piston yay etkisi ile geriye döner.



Şekil 8.35 Normalde Açık Zaman Geciktirme Valfi

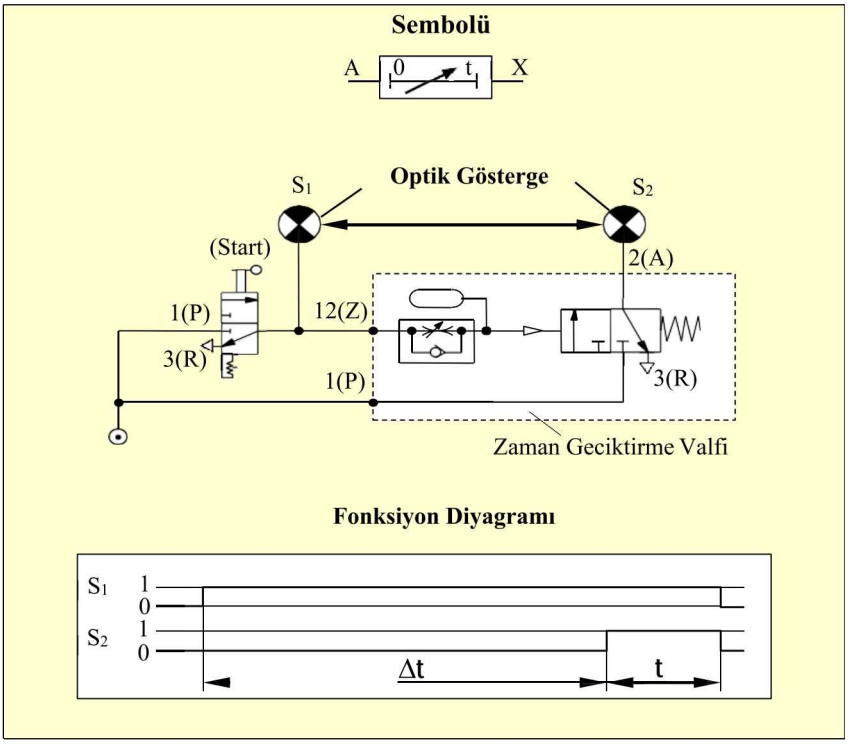
8.5.6.2. Normalde Kapalı Zaman Geciktirme Valfi

Normalde kapalı zaman geciktirme valflerinde de bir adet depo, çek valfli akış kısma valfi ve 3/2 yön denetim valfi vardır, ancak 3/2 yön kontrol valfi normalde kapalı konstrüksiyonludur.

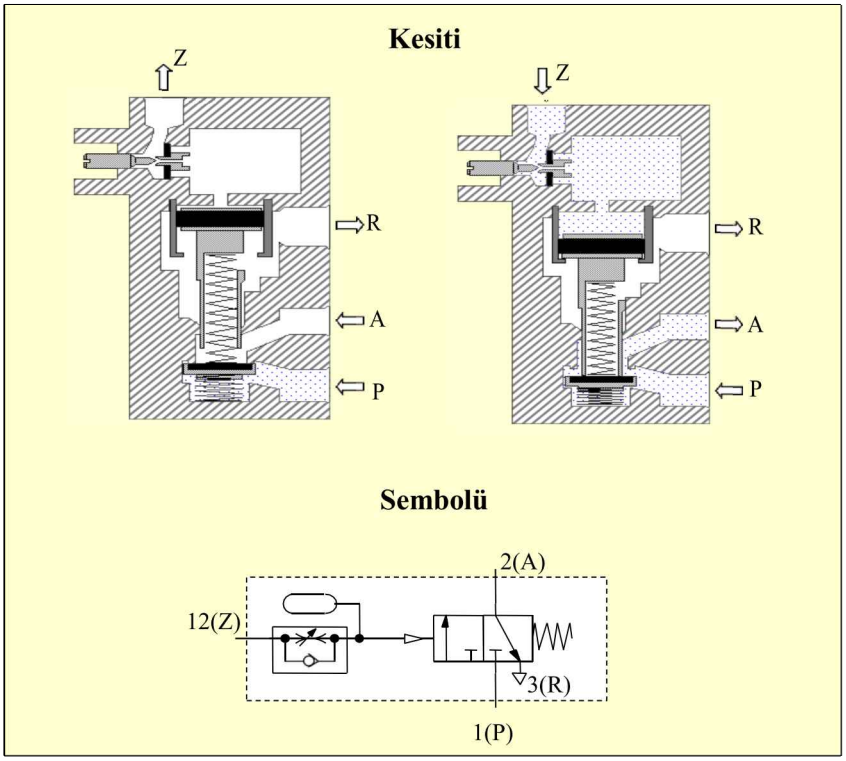
Çek valfli akış kısma valfinin bağlanma şekline göre, yani havanın başlangıçta çek valf üzerinden geçip geçmemesine göre iki fonksiyonludur. Bunlar; açmanın geciktirilmesi ve kapamanın geciktirilmesi, şeklindedir.

8.5.6.2.1. Açmanın Geciktirilmesi

Start sinyali geciktirilerek ayarlanan süre (Δt) sonrasında, çıkış sinyalinin (A), "1" olarak atanması gerçekleştirilir (Şekil 8.36).



Şekil 8.36 Açmanın Geciktirilmesi (Girişin Uzatılması)



Şekil 8.37 Açmanın Geciktirilmesinin Kesit Şekli ve Sembolü

Basınç hattındaki hava "P", 3/2 yön kontrol valfi kapalı olduğu için çıkışa gidemez. Dolayısıyla çıkış "0" dır.

Zaman fonksiyonunun gerçekleştirilebilmesi için uyarı hattına (Z), basınçlı hava gönderilir. Böylece zaman başlatılmış olur. Çek valf geçişe izin vermediği için, hava akışı kısma yolundan (depoya) dolmaya başlar. Vida ile ayarlanan kesite göre hava akışının hızı ve deponun dolma süresi değişir (Şekil 8.37).

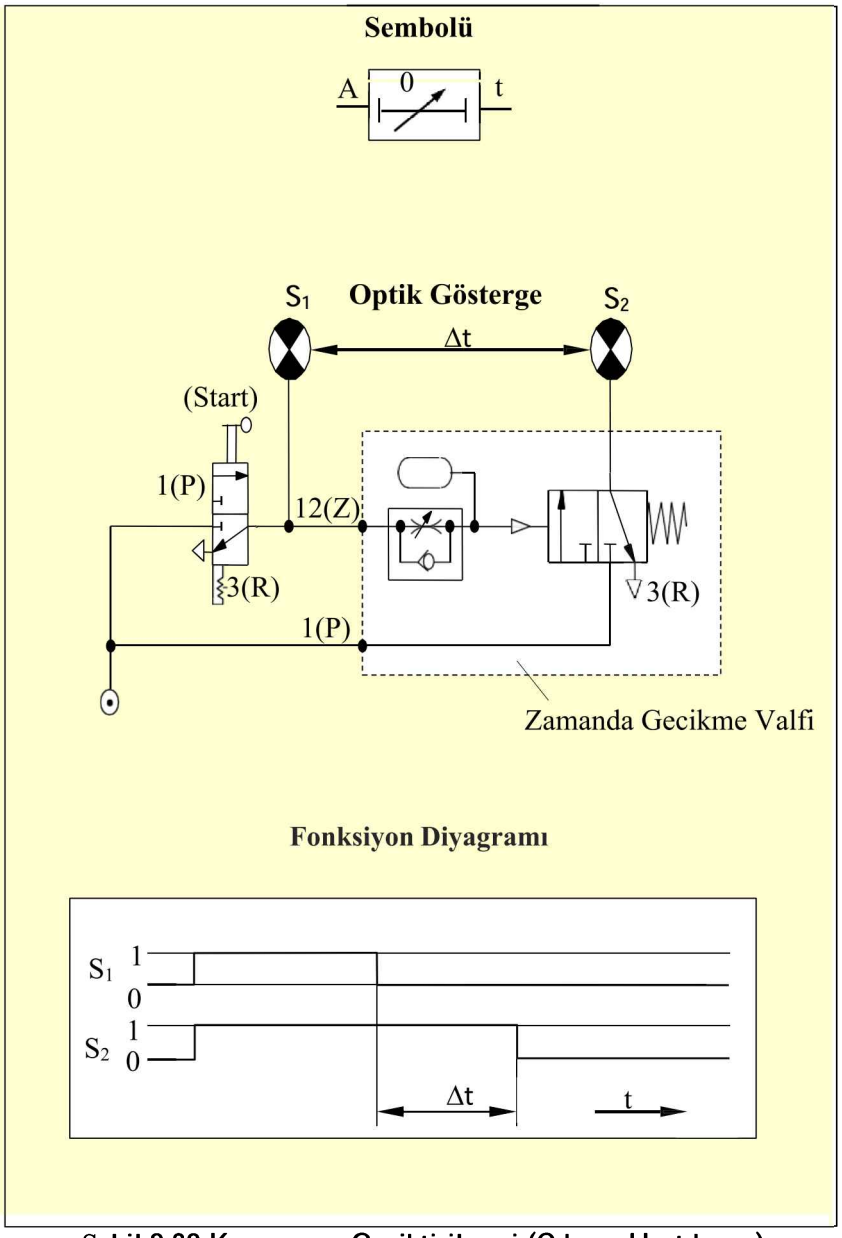
Depo hava ile dolup yeterli basınca ulaştığı zaman, 3/2 yön kontrol valfinin konumunu değiştirir ve çıkış "1" olur. Uyarı sinyali (Z) kesilince depodaki hava kolay yolu tercih ederek, çek valfin üzerinden geriye döner ve 3/2 yön kontrol valfi tekrar kapalı konuma geçer. Bu işlemler, pistonun değişik konum ve sürelerde çalışması için kullanılır.

8.5.6.2.2. Kapamanın Geciktirilmesi

Giriş sinyali geciktirilerek kapatılır. Giriş sinyalinin etkili olmasıyla çıkış da hemen "1" olarak atanır. Giriş sinyalinin tekrar "0" olmasından sonra çıkış zamanı "Δt" kadar geciktirerek "0" yapılır.

İç yapısı ve çalışma prensibi "açmanın geciktirilmesi" konstrüksiyonuna çok benzerdir. Farkı, çek valfli akış kısma valfinin ters konumda çalışmasıdır.

Açık sembolden de görüldüğü gibi hava deposuna hava uyarı sinyali (Z) serbestçe girer; ancak uyarı sinyalinin (Z), "0" olması durumunda depodaki havanın akış kısma valfi üzerinden yavaşça boşalması sağlanır. Vida ile ayarlanan akış kısma valfinin kesit büyüklüğüne göre, kapama geciktirilmiş olur (Şekil 8.38).



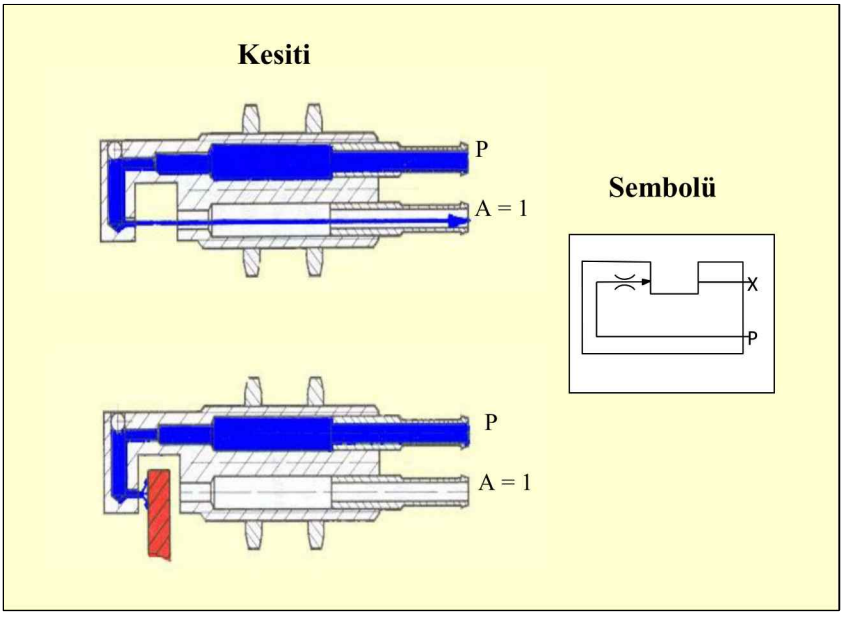
Şekil 8.38 Kapamanın Geciktirilmesi (Çıkışın Uzatılması)

8.5.7. Pnömatik Sinyal Vericiler

Pnömatiğin geniş uygulama alanında bir çok sinyal verici kullanılır.
Bunlar, duyarga ya da algılayıcı olarak da adlandırılır.
Bir pnömatik sinyal vericisinin kullanımında sadece, kumanda sisteminde hareket ve tepkileri başlatmak üzere, belirli aşama ve konularda bir işaret verme özellikleri önemlidir. Bu elemanlar (elektrik ve pnömatik sinyal vericiler), endüstride elektrik ve pnömatik sinyal vericiler olarak ayrı ya da birlikte kullanım alanı bulur.
Pnömatik sinyal vericiler, dinamik çalışan elemanlardır. Özellikle pnömatiğin düşük basınç bölgesinde işaret verici olarak kullanılır. Bunların temel özelliği, işaret (sinyal) verilişinin büyük ölçüde temassız gerçekleşmesidir.
Pnömatik sinyal vericilerde hareketli elemanlar bulunmadığından, çalışmaları aşınmasız gerçekleşir. Sürekli üflenen havadan dolayı, kirliliğe karşı duyarsızdır; ayrıca elektromanyetik ışık etkilerinden de etkilenmez. Özellikle yanma ve patlama tehlikesi olan yerlerde emniyetle kullanılır.
Konstrüksiyonları farklılık gösterse de özellikle pnömatik sistemin düşük basınç bölgesinde işaret verici olarak kullanılır.

8.5.7.1 Alıcı – Verici Duyargalar

Alıcı-verici duyargalar, birbiriyle bağlantılı çalışan verici bir meme ile alıcı bir memeden oluşur. Genellikle verici besleme basıncı ~0,15 bar'dır. Hava perdesi genellikle karşı üfleme algılayıcı olarak kullanılsa da küçük uzaklıklarda, alıcı ve verici arasında kesilebilir. Üfleme algılayışında olduğu gibi serbest üfleme prensibi de uygulanabilir. Bu durumda, alıcı ve verici arasındaki uzaklık birkaç mm olabilir (Şekil 8.39). Bu duyargalarla, iş parçasının var olup olmadığı tespit edilir. Ayrıca tezgâhlarda kesici takımların kontrolü de yapılır. Örneğin, küçük matkap ucunun kırılmasının kontrolü gibi.

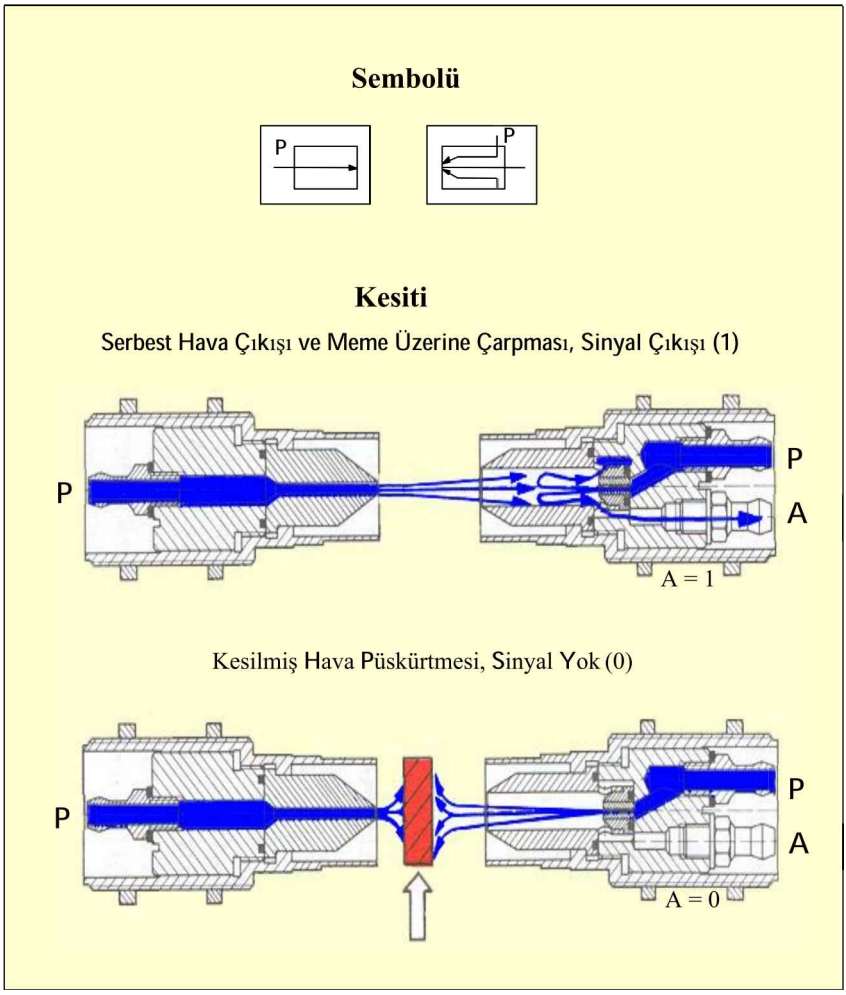


Şekil 8.39 Alıcı - Verici Duyarga (Çatal Hava Engeli)

8.5.7.2. Kesilebilir Jet Duyargalar

Kesilebilir hava püskürtmesi (jet), verici bir meme ile alıcı bir memeden oluşur. İki memede P giriş kapısındaki 0,15 bar basınçla çalışır. Maksimum kaynak basıncı, verici meme için 4 bar ve alıcı meme için 0,5 bar'dır. Bu meme uçlarının ikisi de eksenel yönde ve aynı doğrultuda, belli aralıklarla yerleştirilir. Yani, belirli uzaklıkta karşılıklı yerleştirilen iki elemandan oluşur. Burada temel ilke, vericinin hava basıncı alıcının hava basıncından daha büyük olmasıdır. Verici üfleyişi alıcının üfleme ağzı kısmına hava üfleyerek havanın dışarıya çıkmasını önler. Alıcıdaki geri yığılma x = 1 işaretinin oluşmasına neden olur. Bu reflex (refleks) algılayıcı prensibine benzese de konstrüksiyonu farklıdır (Şekil 8.40).

Üflenen hava arasına bir parça girerse, vericinin üflediği hava kesintiye uğrar. Böylece alıcının havası serbestçe dışarıya akabilir. Bu durumda, alıcı çıkış işareti x = 0 konumunu alır. Bu algılayıcıyla da iş parçalarının var olup olmadığı kontrol edilir. Farkı, alıcı ve verici arasındaki uzaklığın büyüklüğüdür.

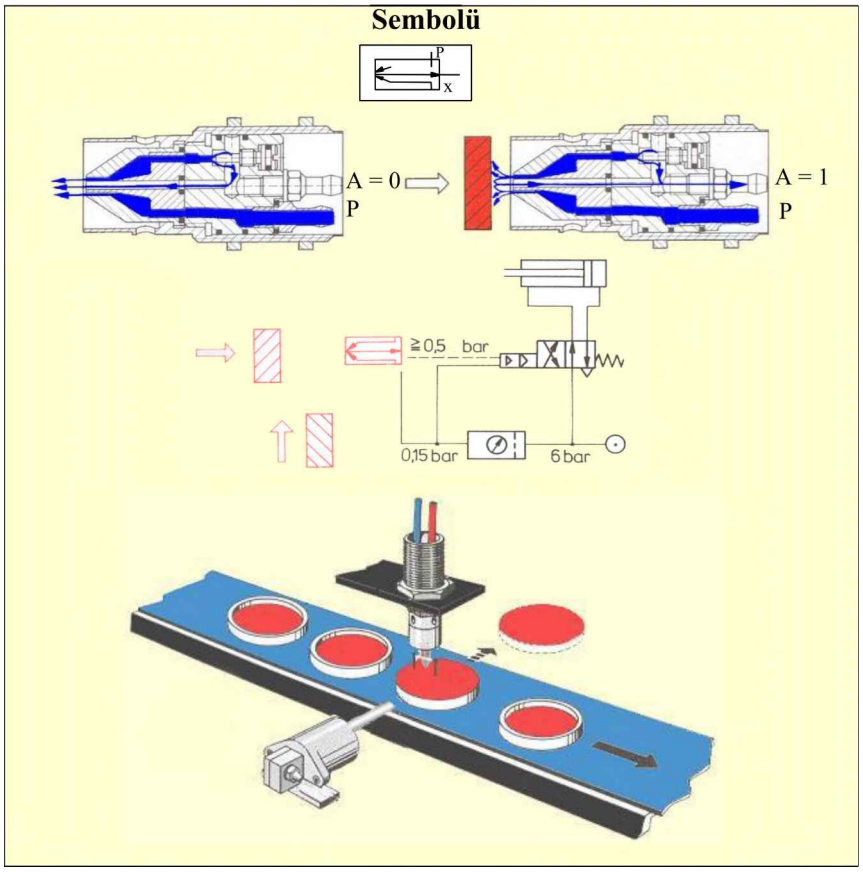


Şekil 8.40 Kesilebilir Jet Duyarga

8.5.7.3. Reflex (Refleks) Duyarga

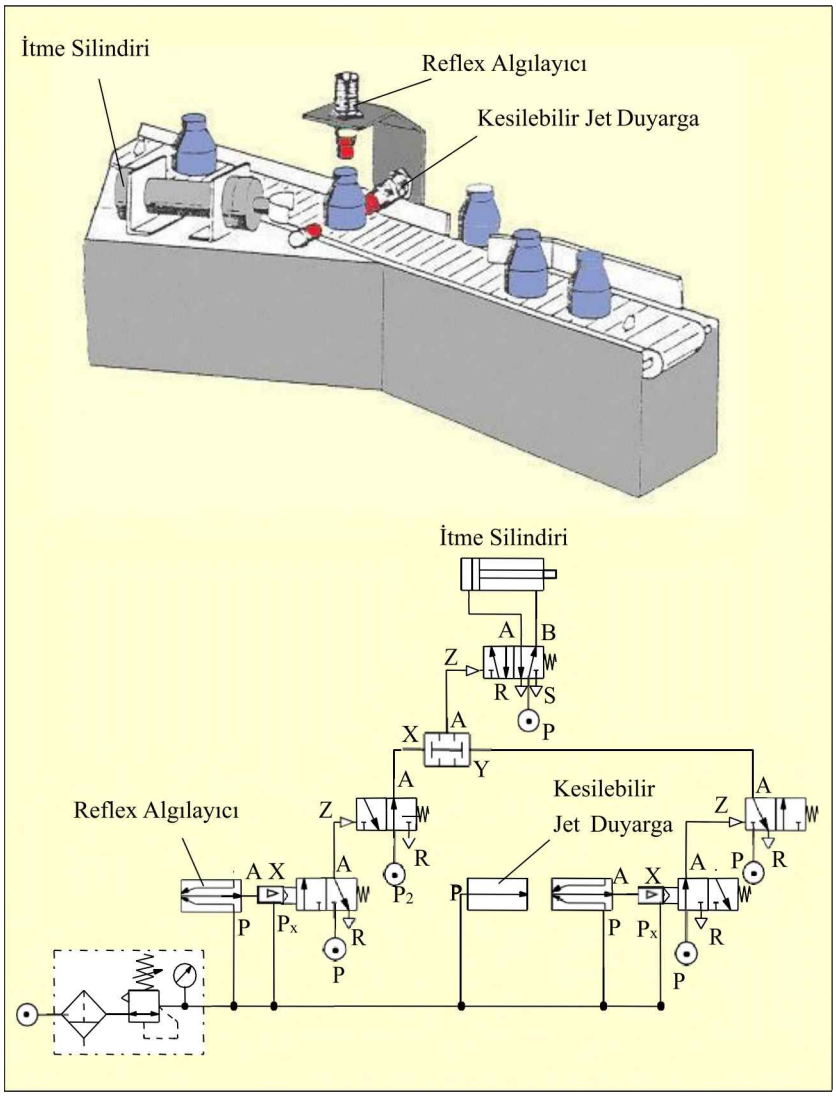
Reflex (Refleks) duyargalar (algılayıcı, sensör), sürekli dışarıya üflenen bir hava akımı ile çalışır. Bu akım algılayıcının etki sahasında katı bir parça ile karşılaşınca bozulur. Bu bozulma, bir geri yığılma (Reflex) ve işaret oluşumu meydana getirir. Bu nedenle **yansıma memesi** adı da verilir (Şekil 8.41).

Reflex duyargalar, genellikle hareketin uç konumunun kontrolünde kullanılırsa da bazı ayarlamalar sonucunda farklı algılamalarla da kullanılabilir. Böylece değişik tasarımlarda 0,1 mm'den 0,2 mm'ye kadar küçük uzaklıkları algılayabilir.



Şekil 8.41 Reflex Duyarga (Algılayıcı) Çalışma Prensibi

Şekil 8.42'de görülen kontrol istasyonunda; kesilebilir jet duyarga ile gelen kutunun varlığı tespit edildikten sonra, reflex algılayıcıyla da kutunun kapağının olup olmadığı kontrol edilmelidir. Kapağı olmayan kutular pnömatik bir silindir tarafından banttan itilerek atılmaktadır.

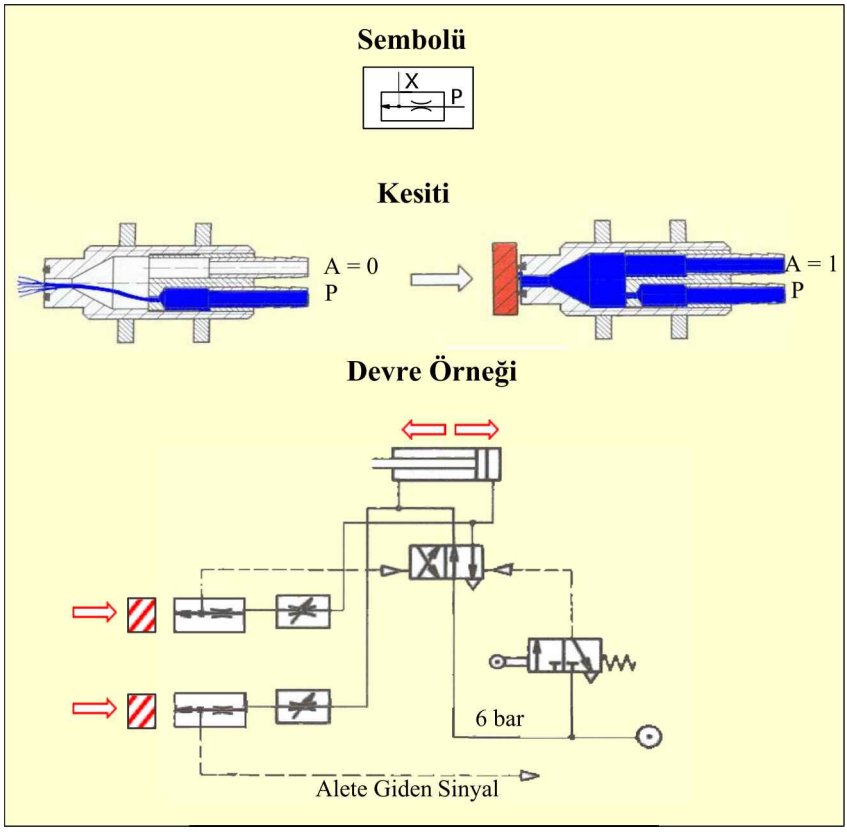


Şekil 8.42 Reflex ve Kesilebilir Jet Duyargalı Devre Örneği

8.5.7.4. Geri Basınç Duyargası

Geri basınç duyargası (algılayıcı), geri basınç prensibiyle çalışır. Üflenen hava akışı; yaklaşma ya da üfleyiciyi tamamen örtmek suretiyle engellenirse, bir yığılma basıncı oluşur. Bu basınç bir kumanda işaretinin elde edilmesinde kullanılır. Bir geri basınç duyargası, uç ya da son konumu algılamak için kullanılır (Şekil 8.43).

Geri basınç duyargaları, 0,1~8 bar arasında besleme basıncıyla çalışır. Bu duyargaların pimli geri basınç vericisi şeklinde tipi de vardır. Burada ise, üfleme ucu dışarıya taşan pim ya da bilye ile kapalıdır. Üfleyiciye yaklaşan bir cisim, pimi ya da bilyeyi iterek işaret vericiyi aktif hâle getirir.



Şekil 8.43 Geri Basınç Duyargası ve Devre Örneği

8.5.7.5. Yükselticiler

Elemanların korunması ve ekonomik çalışması için sinyal basıncının çok küçük tutulması istenir. Böylece atmosfere atılan havanın debisi de küçük olur.

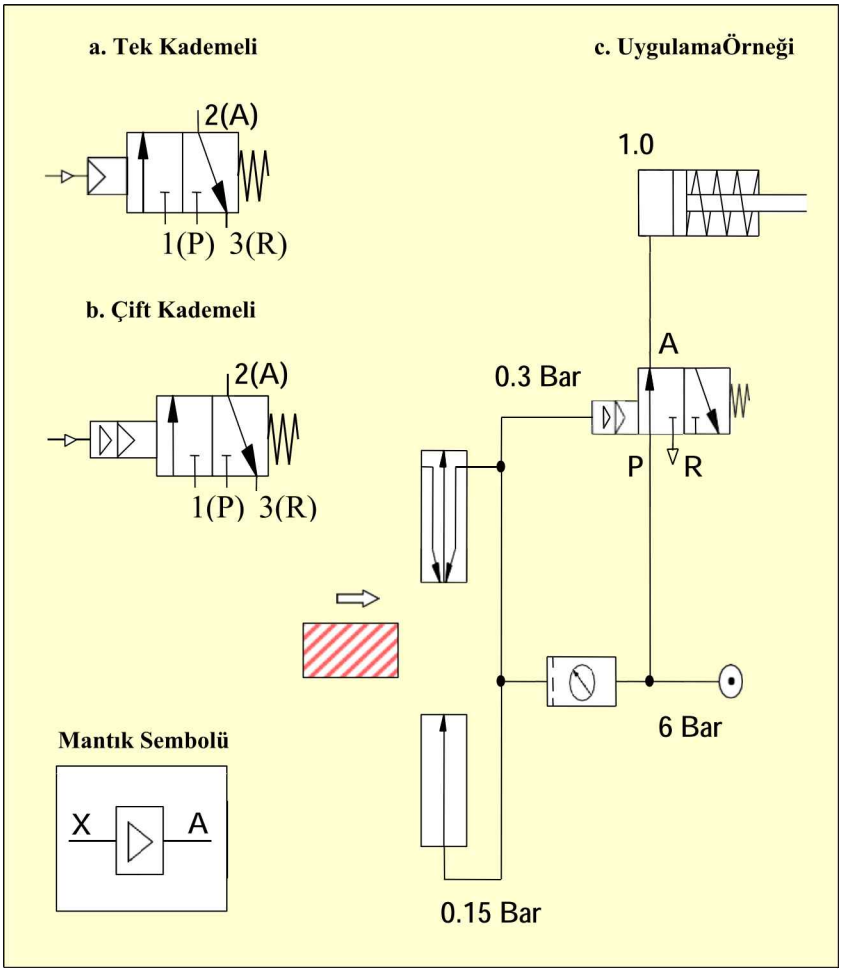
Yükseltici valfler, çok düşük basınçlı sinyallere (~5mbar) cevap verebilir. Böylece, pnömatik sistemdeki yüksek basınçlı akışkan kontrol altına alınabilir.

Dolayısıyla basınç yükselticiler, küçük değerdeki sinyal basınçlarını yükseltip işlenebilir bir basınç değerine yükseltme görevini gerçekleştirir.

Çalışma prensipleri sakin konumda, basınç kumandalı 3/2 yön kontrol valfine uygundur.

Şekil **44'de**; X = 0 olduğunda, A çıkışı egzoz hattına açıktır.
Yani basınçsız kalır.
X kumanda ucunda 1 sinyali olursa (X = 1), eleman tetiklenerek iletim durumuna geçer. Böylece, P'ye uygulanan işletme basıncının tamamı A'da görülür. X bağlantı ucuna etki yapan sinyal basıncı 0,3 bar'ı geçmemesi gerekir.
Yükselticiler, ön uyarı şekline göre iki çeşittir:

- Tek kademeli yükselticiler (Şekil 8.44.a)
- Çift kademeli yükselticiler (Şekil 8.44.b)



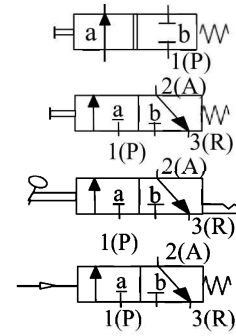
Şekil 8.44 Yükseltici Sembolleri ve Uygulamaları

Değerlendirme Çalışmaları

1. Yön kontrol valflerinin amacı nedir? Açıklayınız.
2. Yapım durumuna yani konstrüksiyonuna göre valfler nelerdir?
3. Konum durumuna göre, yön kontrol valflerinin kısa yazılımı nasıl yapılır?
4. Aşağıdaki valf bağlantı yolu tanımlamalarını tamamlayınız.

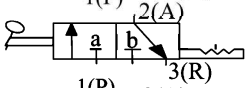
Yol ya da bağlantı	**Rakam / Harf ile tanımlama**
Basınç Hattı	.....
Tahliye Hattı (egzoz)	.....
Çalışma Hatları	.....
Kumanda Hatları	.....

5. Aşağıdaki yön kontrol valflerini tanımlayınız.



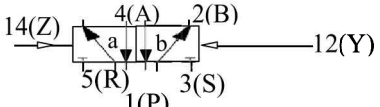
.....

.....

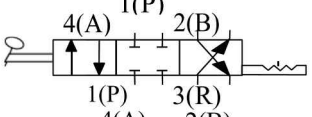


.....

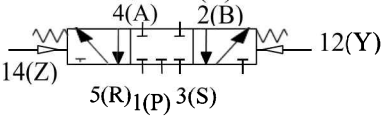
.....



.....

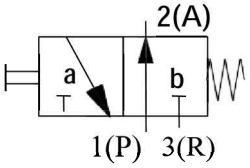


.....



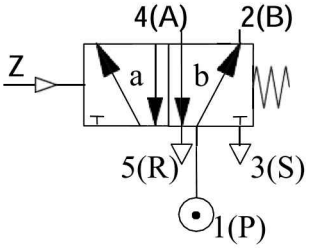
.....

6. Alt tarafta görülen, normalde açık 3/2 yön kontrol valfinin a ve b konumları, aşağıdaki ifadelerden hangisinde doğru verilmiştir?



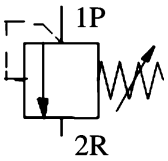
	a konumu	**b konumu**
A)	A→R açık, P kapalı	P→A açık, R kapalı
B)	A→R açık, P açık	P→A açık, R açık
C)	A→R kapalı, P kapalı	P→A açık, R kapalı
D)	P→A açık, R kapalı	A→R açık, P kapalı

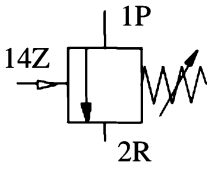
7. Aşağıdakilerden hangisi, 5/2 yön kontrol valfi sembolünün etki (akış) yönlerini doğru ifade etmektedir?

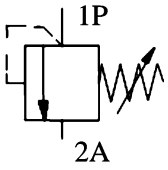


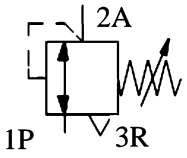
A) Hava uyarısı ile valf "b" konumuna geçmiş.
B) Valf b durumunda R bağlantısı kapalı.
C) Valf "a" durumundayken B ve S arasında bağlantı var.
D) Valf "b" durumundayken P ve A arasında bağlantı var.

8. Aşağıda sembolleri gösterilen basınç valflerinin adlarını yazınız.

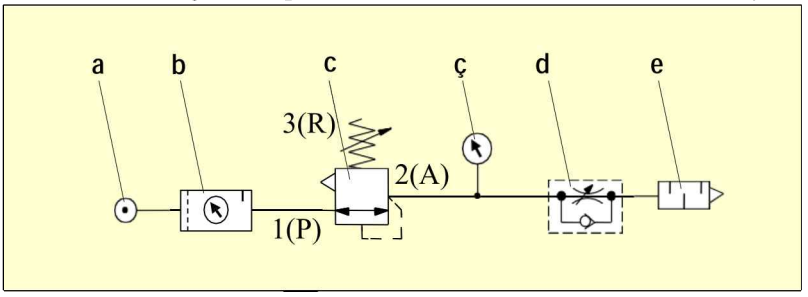








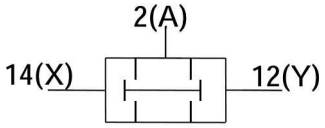
9. Şekil 8.45'te görülen pnömatik sistem elemanlarının adlarını yazınız.



Şekil 8.45 Pnömatik Sistem Elemanları

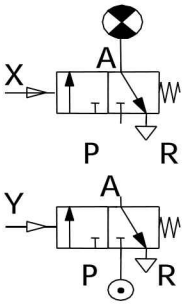
a. .....
b. .....
c. ....
ç. .....
d. .....
e. .....

10. Aşağıda görülen "VE" valfinin etkisi hakkında, aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

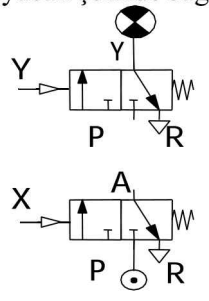


A) X ve Y'den giren basınçlı hava, A'dan çıkar.
B) Basınçlı hava A'dan girer, X ve Y'den çıkar.
C) Bu valfte basınçlı hava, X'den Y'ye doğru gider.
D) Sadece Y'den gelen hava A'ya gider.

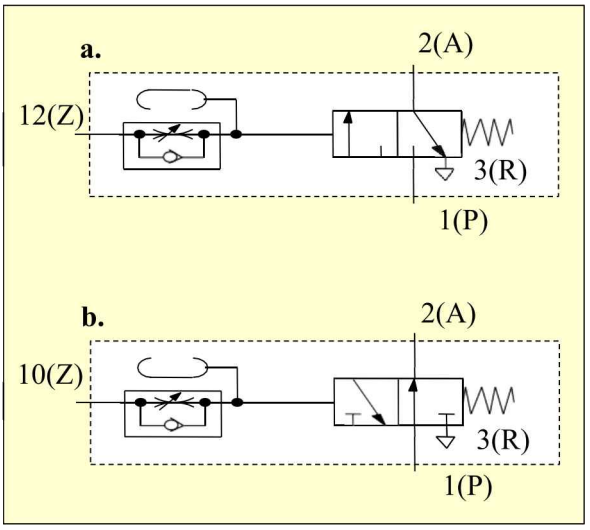
11. Aşağıda verilen iki adet 3/2 yön kontrol valfini "VE" mantığını sağlayacak şekilde bağlayınız.



12. "VEYA" valfinin sembolünü çiziniz. Aşağıda verilen iki adet 3/2 yön kontrol valfini, "VEYA" mantığını sağlayacak şekilde bağlayınız.



13. Şekil 18'deki zaman geciktirme valflerinin adlarını ve elemanlarını yazınız.



Şekil 8.46 .....

a.....
.....
b.....
.....

14.

a. Pnömatik sinyal vericilerin amacını açıklayınız.

b. Kesilebilir jet duyarga, reflex duyarga, geri basınç duyargası ve yükseltici sembollerini çiziniz.

IX. BÖLÜM
BASINÇ KONTROL VALFLERİ

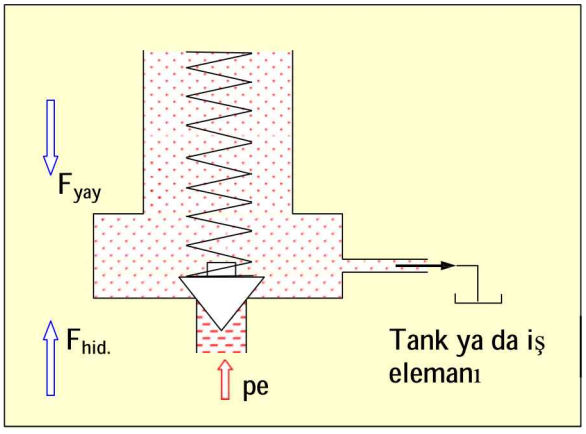
Bölüm Yazarları: Öğretim Üyesi Doç. Dr. Yüksel PALACI
Teknik Öğretmen İbrahim TÜRKOĞLU
Teknik Öğretmen Dursun DURKAL
Teknik Öğretmen Muttalip KILIÇER

Hazırlık Çalışmaları

1. Basınç kontrol valflerinin görevlerini araştırınız.
2. Basınç emniyet valflerinin hidrolik sisteme bağlanma prensiplerini inceleyiniz.
3. Basınç sıralama valflerinin hidrolik sisteme bağlanma prensiplerini araştırınız.
4. Akü doldurma valflerinin hidrolik sisteme bağlanma prensiplerini inceleyiniz.
5. Basınç düşürme valflerinin hidrolik sisteme bağlanma prensiplerini araştırınız.
6. Basınç kontrol valflerinin kullanma kılavuzlarını inceleyiniz.

9.1 Basınç Kontrol Valflerinin Tanımı ve Görevi

Basınç kontrol valfleri, bir hidrolik sistemde ya da bir bölümde, sistem basıncını önceden belirlenmiş şekilde etkileyen valflerdir.



Şekil 9.1 Basınç Kontrol Valfinin Çalışma Prensibi

Hidrolik sistemde, elektrik motorunun pompayı hareket ettirmesiyle basınçlı akışkan üretilir. İş elemanı çalışmazken pompa akışı durmaz. Bu durumda hidrolik sistem zarara uğrar. Bunu önlemek için sisteme, amacına uygun bir kontrol valfi konulur.
Basınç kontrol valfleri kullanım amaçlarına göre değişik tipte olabilir. Ancak hepsinde de temel elemanlar birbirine benzer. Başlıca elemanları; kapama elemanı (konik parça ya da bilye), yay, basınç hattı, ayar vidası şeklindedir.
Ayarlanan basınç aşıldığında yay kuvveti yenilerek akış hattı amaca göre bir başka hidrolik elemana ya da tanka açılır (Şekil 9.1).

9.2. Basınç Kontrol Valflerinin Çeşitleri

Basınç kontrol valfleri, kısma kesitinin sızdırmazlığının sağlanma şekline bağlı olarak sürgülü ya da oturmalı tip konstrüksiyonlarda yapılır.
Fonksiyonlarına bağlı olarak da dört grupta incelenir:

1. Basınç emniyet (basınç sınırlama) valfleri
2. Basınç sıralama valfleri
3. Akü doldurma valfleri (boşaltma valfleri)
4. Basınç düşürme valfleri

Bu valflerin kısma kesitleri; mekanik, hidrolik , pnömatik ya da elektrikli elemanlarla değiştirilebilir. Uyarılmaları ise doğrudan (direkt) ya da ön uyarlı (endirekt) olarak yapılır.

9.2.1. Basınç Emniyet Valfleri

Hidrolik iş elemanı, taşıdığı yükle orantılı olarak pompanın akışında bir direnç meydana getirir. Bu direnç arttıkça sistem basıncı da orantılı olarak artarak bir süre sonra sisteme zarar verecek duruma gelir. Hidrolik sistemi bu aşırı basınçlardan korumak için emniyet valfleri kullanılır.
Basınç emniyet valflerinin görevi, sistem basıncını belirli bir basınç değeriyle sınırlamaktadır. Dolayısıyla bu valflere, **basınç sınırlama valfi** de denir. Bu valf, kademesiz olarak ayarlanan sistem basıncının, belirlenen bir değerin üstüne çıkmasını engeller. Sakin konumda kapalı olan valfler, ayarlanan maksimum basınca ulaşınca açılır ve fazla yağı depoya (tanka) gönderir. Böylece, aşırı basınç yükselmelerine karşı sistemi korur.

Basınç emniyet valfleri fonksiyonlarına göre üç gruba ayrılır. Bunlar;

1. Doğrudan uyarılı, basınç kontrol valfleri,
2. Ön uyarılı, basınç kontrol valfleri,
3. Boşaltmalı tip ön uyarılı basınç kontrol valfleridir.

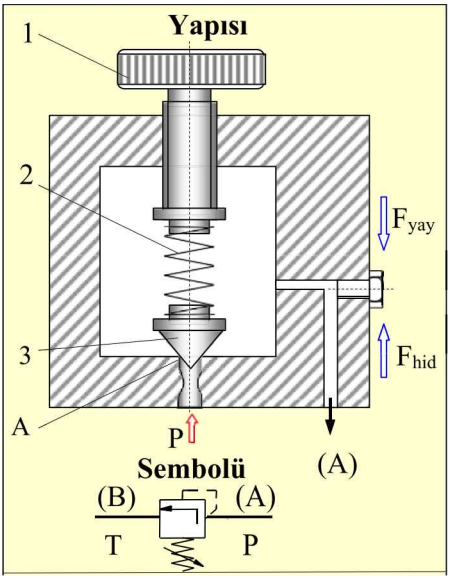
Bütün emniyet valflerinde kontrol basıncı olarak valfin girişindeki basınç esas alınır.

9.2.1.1. Doğrudan Uyarılı Basınç Kontrol Valfleri

Doğrudan uyarılı basınç kontrol valfinde (basınç sınırlama valfi) akış, "**P**"den "**T**"ye olur.

Yüksek debi değişimleri; ayar pistonunun (3), strokun ve dolayısıyla yay kuvvetinin değişmesine neden olur. (2) Bunun sonucunda ayarlanan basınçta önemli değişmeler gerçekleşir.

Bu valfte basıncın kademesiz olarak ayarlanması, vidanın (1) döndürülmesi sonucunda, yayın (2) sıkıştırılmasıyla sağlanır.



Şekil 9.2 Doğrudan (Direk) Uyarılı Basınç Kontrol Valfinin Yapısı ve Sembolü

Basınç nedeniyle oluşan kuvvetin ($F_{hid} = p \cdot A$), yay kuvvetinden (F_{yay}) daha büyük olması durumunda, ayar pistonu yukarıya hareket eder ve hidrolik akışkan tanka doğru gider. Böylece, sistem basıncının daha fazla yükselmesi engellenmiş olur (Şekil 9.2).

Doğrudan uyarılı basınç kontrol valfleri, sistem debisinin maksimum 100l/dk olduğu durumlarda kullanılır. Bu değer üretici firmalara göre maksimum 300l/dk olabilir. Daha fazla değerler için konstrüksiyonu uygun değildir.

Basınç kademeleri ise; 25 - 50 - 100 - 200 - 315 - 400 ve 600 bar aralıklarındadır.

9.2.1.2. Ön Uyarılı Kontrol Valfleri

Ön uyarılı basınç kontrol valflerinde uyarı dolaylı şekilde yapıldığından, ön uyarılı (endirekt) kumanda edilen basınç sınırlama ya da pilot kumandalı basınç emniyet valfi de denir.

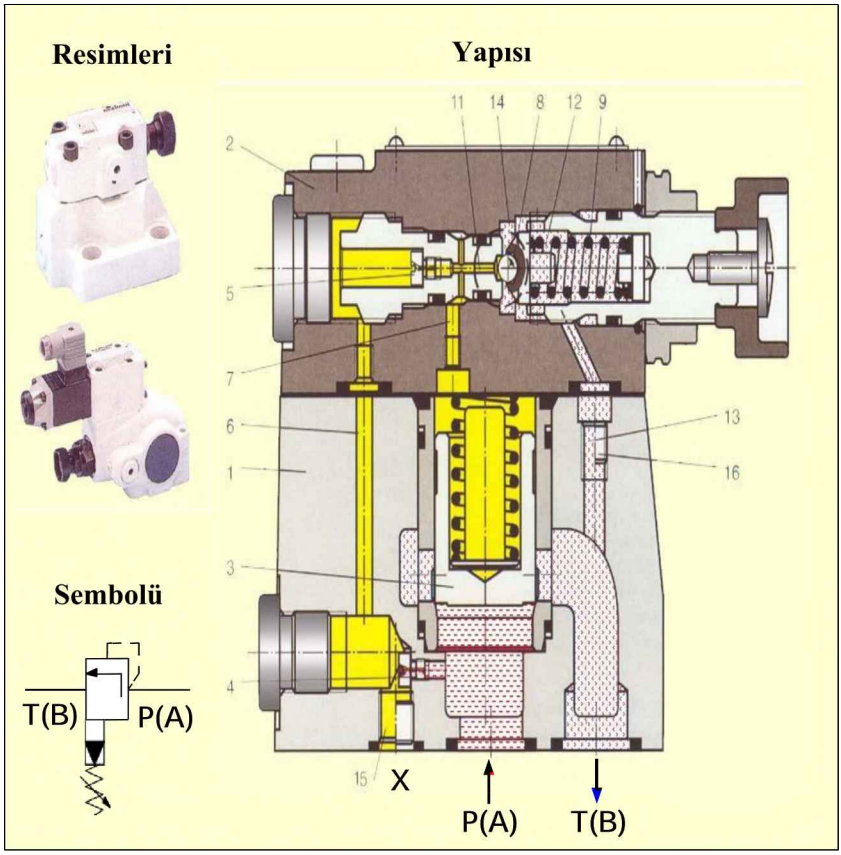
Bu valfler, sistem debisinin 100 l/dk ile 3500 l/dk olduğu uygulamalarda kullanılır. Sistem basıncı ise 350 bara kadardır.(Şekil 9.3)

Ön uyarılı basınç kontrol (basınç sınırlama) valfi esas olarak ana sürgü (3), ana valf (1) ve basınç ayarlı pilot valfinden (2) meydana gelir.

Bu valflerde akış "**P**"den "**T**"ye doğru olur. Sakin konumda akış kapalıdır. Pompadan gelen hidrolik akışkan, sürekli çalışma hattına gider. Sistem basıncı yayın (9) sıkıştırılmasıyla kademesiz olarak ayarlanır.

"**P**" kanalındaki basınç, ana sürgü (3) üzerine etki yapar. Aynı zamanda basınç kapama elemanı (orifis = 4, 5, 11) ve kumanda hatları (6, 7) üzerinden, ana sürgü pistonunun (3) yayla yüklenen kısmı üzerine, aynı zamanda da pilot kumanda valfindeki (2) bilyeye (8) uygulanır. "**P**" kanalındaki basınç değeri, yay (9) tarafından ayarlanan değeri aşarsa, bilye (8) yay kuvvetini yenerek oturma yüzeyinden ayrılır. Böylece, ana sürgünün (3) yayla yüklenen kısmındaki pilot yağı, bu durumda kumanda hattı (7), orifis (11) ve bilye (8) üzerinden yağ haznesine akar. Buradan da akışkan kumanda hattı (13) ya da ana valf (1) üzerinden basınçsız olarak depoya (tanka) gider. Bu sırada, orifise (4,5) bağlı olarak, ana sürgüde (3) bir basınç düşümü oluşur. Bu sayede "**P**" ve "**T**" kanalları arasındaki bağlantı açılarak "**P**"den "**T**"ye akış başlar.

Basınç emniyet valfi, "**X**" hattı (15) yardımıyla ya da düşük basınçlı bir hatta bağlanarak boşaltılabilir. Böylece, "**T**" kanalından kaynaklanan geri basıncın, set üzerindeki etkileri önlenir.



Şekil 9.3 Ön Uyarılı Basınç Kontrol Valfi (Basınç Sınırlama) Yapısı ve Sembolü (Mannesmann)

9.2.1.3. Boşaltmalı Tip Ön Uyarılı Basınç Kontrol Valfleri

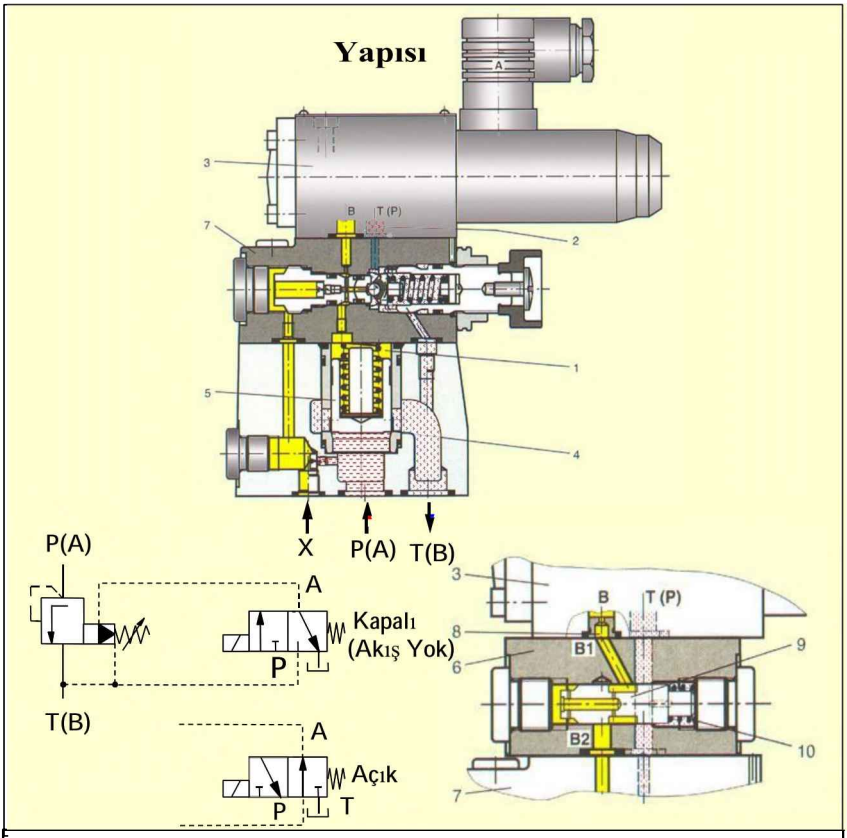
Bu tip valf (Şekil 9.4) ile ön uyarılı basınç kontrol (basınç sınırlama) valfinin (Şekil 9.3) çalışma prensibi aynıdır. Sadece yapısında ilâve edilen elemanlar vardır. Yani, ana sürgüye (5) bir 3/2 yön kontrol valfinin (3) ilâvesi söz konusudur (Şekil 9.4).

Bu şekilde ilâve tasarımla bir kumanda kullanılarak basit şekilde basınçsız çalışma imkânı doğar. Yön kontrol valfi kapandığında (akış kesildiğinde) hidrolik akışkan haznesi ile "**T**" (B) kanalı arasında bir bağlantı söz konusu değildir. Valf, basınç kontrol valfi olarak görevine devam eder.

3 numaralı yön kontrol valfinin uyarılmasıyla yay tarafındaki ana sürgü haznesi (1), yön kontrol valfinin "**T**" kanalına (2) bağlanır. Böylece, ana sürgü (5) oturma

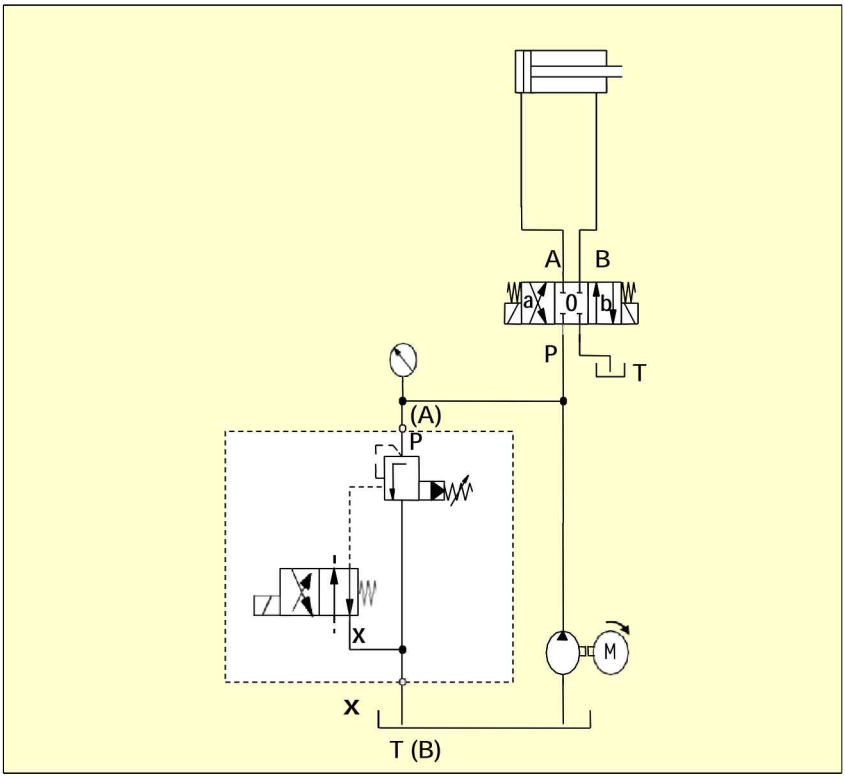
yüzeyinden (4) ayrılarak yukarıya doğru hareket eder. Bunun sonucunda akışkan debisi yaklaşık olarak basınçsız bir şekilde, "**P**" kanalından "**T**" kanalına doğru akabilir (baypas işlemi).

Bu süreç çok kısa sürede meydana gelir. Sistem basıncı, ani olarak bay pas basıncının çok altına düşer. Bu da akustik boşalma şoklarına neden olur. Bunu önlemek için basınç emniyet valfinin pilot valfi (7) ile yön kontrol valfi (3) arasına şok alma plakası (6) yerleştirilmiştir (Şekil 9.4).



Şekil 9.4 Boşaltmalı Tip Ön Uyarılı Basınç Kontrol Valfinin Yapısı

- **Selenoid uyarı ile açılabilen ön uyarılı basınç kontrol valfi (sınırlama valfi) ile düzenlenmiş hidrolik sistemin özellikleri (Şekil 9.5)**
- Pompanın serbest dolaşım ile çalıştırılmasını sağlar.
- Her zaman kullanılmayan pompa gücü azaltılmış olduğu için rasyoneldir.
- Hidrolik sistem korunur, böylece kullanılan elemanların ömrü artar.
- Kısma konumları ve çeşitli hortum kıvrımları azaldığından, hidrolik akışkanın gereksiz yere ısınması önlenir.

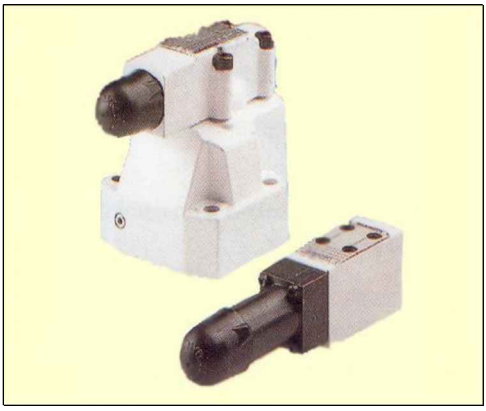


Şekil 9.5 Selenoid Uyarı İle Açılabilen
Ön Uyarılı Basınç Kontrol Valfinin Devre Şeması

9.2.2. Basınç Sıralama Valfleri

Basınç sıralama valfleri, basınca bağlı olarak başka bir işlemin (adımın) yapılmasını sağlar. Ayarlanan belirli bir basınca ulaşınca valf açılır ve ikinci işlem başlatılır. Basınç sıralama valfleri konstrüksiyonları bakımından basınç emniyet (sınırlama) valflerine benzer. Farkı, bağlantı hatlarıdır. Akış; emniyet valfinde, "**P**"den "**T**"ye olurken basınç sıralama valflerinde "**P**"den "**A**"ya olur.

Bu valfler, bir hidrolik sistemde ana akış hattı üzerinde bulunur. Böylece ayarlanan basınç değerine ulaşınca bir sonraki hidrolik sistemi açar ya da kapatır. Örneğin; matkapla delme işleminde, mengene yeterli basınçta sıktıktan sonra delme işleminin başlatılması gibi. Basınç emniyet valfleri prensip olarak basınç sıralama valfi olarak da kullanılabilir. Bunun için kanal büyüklüklerinin yeterli olmamasının yanında, bağlantı şekillerine de "P" "A" dikkat etmek gerekir.

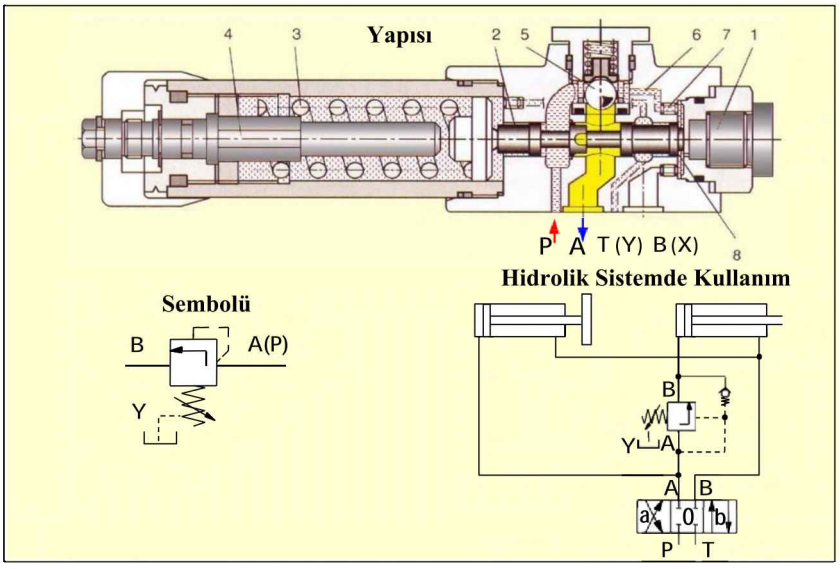


Şekil 9.6 Basınç Sınırlama Valfleri

Bu valflerinin konstrüksiyonları da iki çeşittir. Bunlar; doğrudan uyarılı (direkt) ve ön uyarılı (endirekt) şeklindedir (Şekil 9.6). Emniyet valfinden farklı olarak sızıntı hattı ilâve edilmiştir.

9.2.2.1. Doğrudan Uyarılı Basınç Sıralama Valfleri

Sıralama basıncının ayarlanması için 4 numaralı ayar elemanı kullanılır. (Şekil 9.7)Baskı yayı (3) kumanda sürgüsünü (2) başlangıç pozisyonunda tutar ve bu anda valf kapanır. P kanalındaki basınç, kumanda hattı üzerinden (6) kumanda sürgüsünün (2), (8) numaralı elemanın yüzeyine ve dolayısıyla yay kuvvetinin ters yönünde bir etki yapar. "**P**" kanalındaki basıncın değeri, ayarlanan yay (3) baskısının değerini aşarsa, bu durumda kumanda sürgüsü (2) baskı yayına doğru itilir. Bunun sonucunda, "**P**" kanalından "**A**" kanalına (hat) doğru bağlantı da açılır. Böylece, "**P**" hattındaki basınçta bir düşme olmadan "**A**" hattına bağlı olan hidrolik sistem açılır. Dolayısıyla da bu hatta bağlı olan iş elemanı çalışır .Doğrudan basınç sıralama valfinin çalışma değerleri; debi 80 l/dk, giriş basıncı 315 bar ve maksimum ayarlanabilir sıralama basıncı 210 bar kadardır.



Şekil 9.7 Doğrudan Uyarılı Basınç Sıralama Valfi

Yapısı ve Kullanım Şeması

9.2.2.2. Ön Uyarılı Basınç Sıralama Valfleri

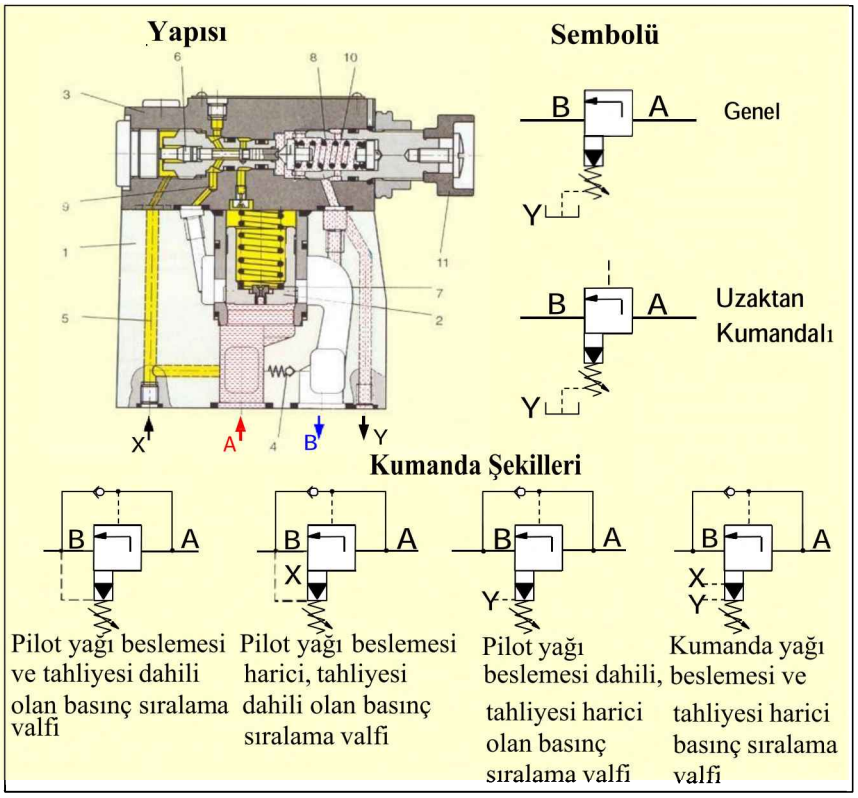
Bu valfler; uyarılmaları dolaylı yoldan olduğu için ön uyarılı (endirekt) ya da pilot uyarılı valf olarak da tanımlanır.

Ön uyarılı (endirekt, pilot) valfler; (Şekil 9.8) esas olarak ana sürgü (1), ilâve yardımcı valf (3) ve ayar elemanlı pilot valfinden (11) meydana gelir.

Hidrolik akışkanın "**A**" hattından "**B**" hattına serbest olarak geri dönüşünü sağlamak için isteğe bağlı olarak sisteme bir çek valf (4) ilâve edilebilir.

Ön uyarılı basınç sıralama valflerinin (endirekt, pilot) çalışma değerleri; debi 450 *l*/dk, çalışma basıncı 315 bar kadar olmalıdır.

Uygulama şekline bağlı olarak pilot yağı dahili ve harici olarak beslenir ya da tahliye edilir .



Şekil 9.8 Ön Uyarılı Basınç Sıralama Valflerinin Yapısı ve Sembolleri (Mannesmann)

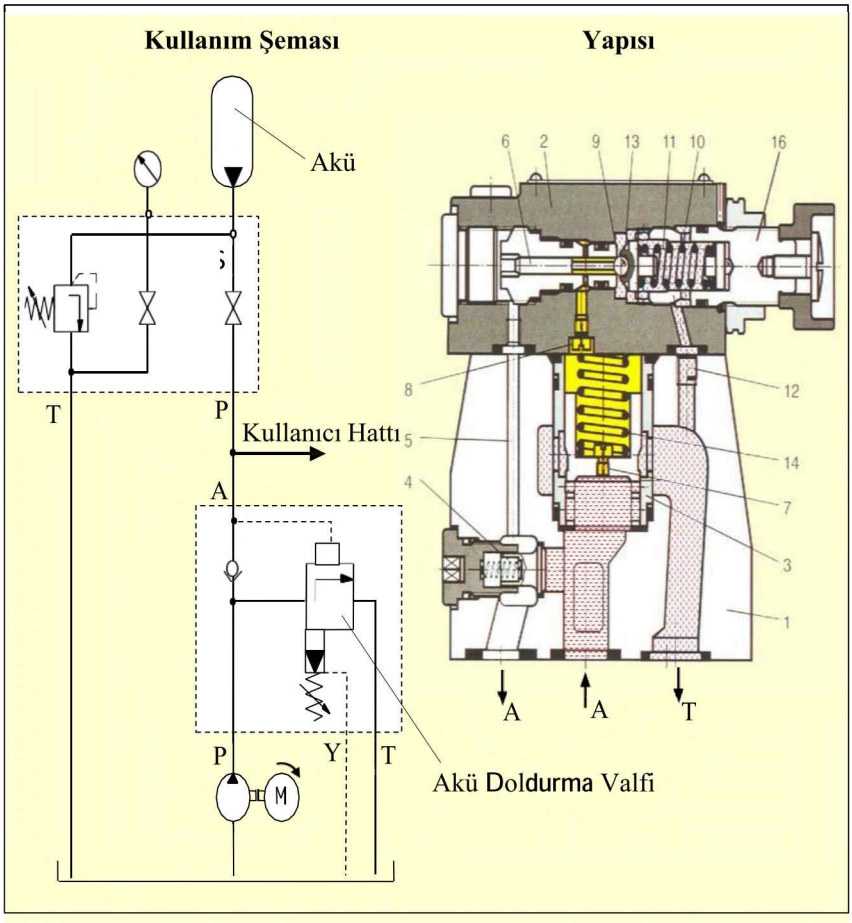
9.2.3. Akü Doldurma Valfleri (Boşaltma Valfleri)

Basınç boşaltma valfi olarak da tanımlanan akü doldurma valfleri, hidrolik sistemlerde akülerle birlikte kullanılır. Bu elemanların görevi, sistemdeki akü dolduğunda pompayı basınçsız çalışma konumuna getirmektir. Ayrıca, yüksek ve düşük basınç pompalarının bulunduğu hidrolik sistemlerde, ayarlanan yüksek basınç değerine ulaşınca pompayı basınçsız çalışma konumuna getirmeyi de sağlar.

Akü doldurma valfleri, temel olarak; ana valf kanalı (3), ana valf (1), basınç ayar elemanı (16), pilot valfi (2) ve çek valften meydana gelir (Şekil 9.9).

Bu valfte, hidrolik pompa 4 numaralı çek valf üzerinden, hidrolik sistemi besler. "**A**" kanalında bulunan basınç 5 numaralı kumanda hattı üzerinden, pilot sürgüsü (6) üzerine etki yapar. Aynı zamanda "**P**" kanalındaki basınç (7) ve orifisler (8) yardımıyla ana sürgünün (3) yayla yüklü tarafına ve pilot valfindeki (2) bilye (9) üzerine baskı yapar. Hidrolik sistem, pilot valfte (2) ayarlanan kapama basıncı değerine ulaştığında bilye (9) yaya (10) doğru açılır. Bu sırada basınçlı akışkan, (7) ve (8) numaralı orifisler üzerinden yay boşluğuna (11) akar.

Bunun sonucunda da dâhilî ya da haricî olarak (12) numaralı kumanda hattı ve "**T**" kanalı üzerinden depoya (tanka) geri döner. (7) ve (8) numaralı orifislere bağlı olarak ana sürgünün (3) karşısında bir basınç düşümü oluşur. Dolayısıyla ana piston (3) oturma yüzeyinden kalkar ve "**P**"den "**T**"ye olan bağlantı hattı açılır. Bu durumda, çek valf "**A**"dan "**B**"ye olan bağlantıyı kapatır. Bilye (9) bu sırada "**P**" kanalındaki basınç nedeniyle açık konumda kalır.



Şekil 9.9 Akü Doldurma Valfinin Yapısı ve Kullanım Şeması (Mannesmann-Rexroth)

9.2.4. Basınç Düşürme Valfleri

Basınç düşürme valfleri (basınç ayar valfi) sakin konumda açık olup akış vardır. Bu basınç valfinin içinde bulunan kontrol hattı üzerinden piston yüzeyine, akışkanın etki etmesi sonucunda kuvvet üretir. Bu kuvvete karşı yönde bir yay kuvveti etki eder. Valfin çıkışındaki basıncın, piston yüzeyine etkisiyle oluşturduğu kuvvetin, yay kuvvetini aşması hâlinde, valf kapanmaya başlar. Bu kapanma olayı, valfin girişinden çıkışına doğru bir basınç düşmesine neden olur (kısma etkisi). Çıkış basıncının, yay kuvvetiyle belirlenmiş bir değere ulaşması hâlinde de valf tamamen kapanır. Böylece, valfin girişine maksimum sistem basıncı ve çıkışına ise düşürülmüş basınç hakim olur. Buna göre basınç ayarlama valfi, ancak basınç sıralama valfi ile belirlenmiş basınç değerinden daha küçük değerdeki basınçların ayarlanmasını sağlar.

Basınç düşürme (ayar) valflerinde, kontrol basıncı olarak valfin çıkışındaki basınç esas alınır.

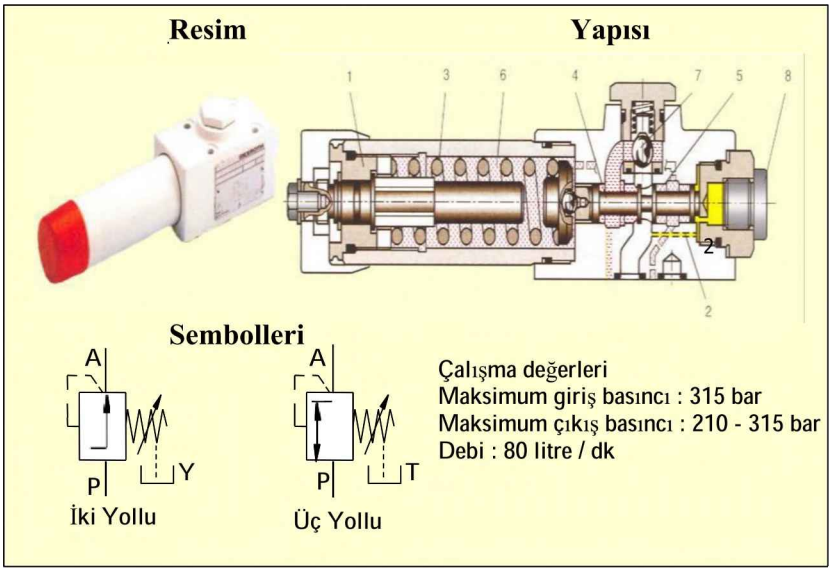
9.2.4.1. Doğrudan Uyarılı Basınç Düşürme Valfleri

Doğrudan uyarılı (direkt) basınç düşürme valfleri, 2 yollu ya da 3 yollu yapılır. Ancak genellikle 3 yollu olarak üretilir.

Bu valfler başlangıçta açıktır. (Şekil 9.10) Yani, hidrolik akışkan serbest bir şekilde "**P**"den "**A**"ya akar. Aynı zamanda "**A**" kanalındaki basınç basma yayının (3) karşısındaki sürgü yüzeyine kumanda hattı (2) vasıtasıyla etki yapar. "**A**" kanalındaki basınç, basma yayının (3) ayar değerini aşarsa kumanda sürgüsü (4) kumanda konumuna gelir. Böylece, "**A**" kanalında ayarlanan basıncı sabit tutar. Sinyal ve pilot yağı debisi dahili olarak 2 numaralı kumanda hattı yardımıyla "**A**" kanalından alınır. "**A**" kanalındaki basınç değeri kullanıcıya uygulanan haricî kuvvet etkilerinden dolayı yükselirse, kumanda sürgüsü (4) basınç yayına (3) doğru daha çok itilir.

Bu sayede **"A"** kanalı kumanda sürgüsündeki (5) kumanda bölgesi (4) üzerinden depoya (tanka) bağlanır. Bu sırada basıncın yükselmesini engelleyecek kadar hidrolik akışkan depoya (tanka) gönderilir.

Yay boşluğundan (6) kaçak yağ tahliyesi, daima harici olarak "**T**" kanalı (4) üzerinden gerçekleştirir. "**A**" kanalından "**P**" kanalına akışkanın serbest olarak geri dönebilmesi için gerekirse devreye bir çek valf (7) eklenebilir. "**A**" kanalından düşürülen basıncın kontrolü için ayrıca manometre bağlantı ucu da (8) bulunur.



Şekil 9.10 Doğrudan Uyarılı Basınç Düşürme Valfinin Yapısı Ve Sembolü (Mannesmann)

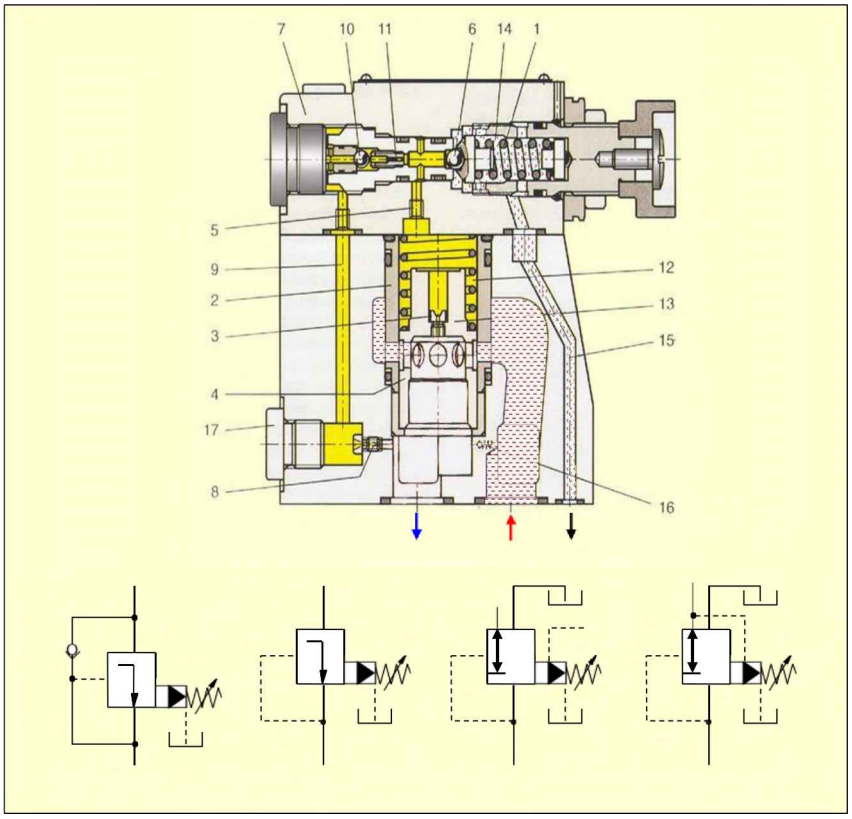
9.2.4.2. Ön Uyarılı Basınç Düşürme Valfleri

Büyük debili akışlarda basınç düşürme işlemi için ön uyarılı basınç düşürme valfleri (endirekt, pilot uyarılı) kullanılır. Bu valflerde maksimum basınç 315~350 bar, debi 400 l/dk kadardır.

Normal konumda valf açıktır. (Şekil 9.11) Yani, hidrolik akışkan, ana sürgü çekirdeği (2) üzerinden "**B**" kanalından "**A**" kanalına doğru serbest akabilir .

A kanalında bulunan ve ayarlanacak hidrolik akışkan basıncı, ana sürgünün alt tarafına etki yapar. Aynı zamanda bu basınç, orifis (3) üzerinden ana sürgünün yayla yüklenen bölümüne ve (5) numaralı kanal üzerinden pilot valfindeki (7) bilye (6) üzerine etki yapar. Aynı şekilde bu basınç; 8 numaralı orifis kumanda hattı (9), çek valf (10) ve orifis(11) üzerinden bilyeye (16) etki eder. Yayın (1) ayar değerine bağlı olarak bilyenin (6) önünde, (5) numaralı kanalda ve yay boşluğunda bir basınç meydana gelir. Bu basınç kumanda sürgüsünü (13) açık konumda tutar. "**P**" değeri yayda (1) ayarlanmış basınç değerine ulaştığında, pilot yağı (8) ve (5) numaralı orifislerden geçerek valf çıkışından pilot valfe doğru akar. Bunun sonucunda, basınç düşümü etkisiyle ana sürgü yaya doğru itilerek basınç düşürme işlemi gerçekleştirilmiş olur.

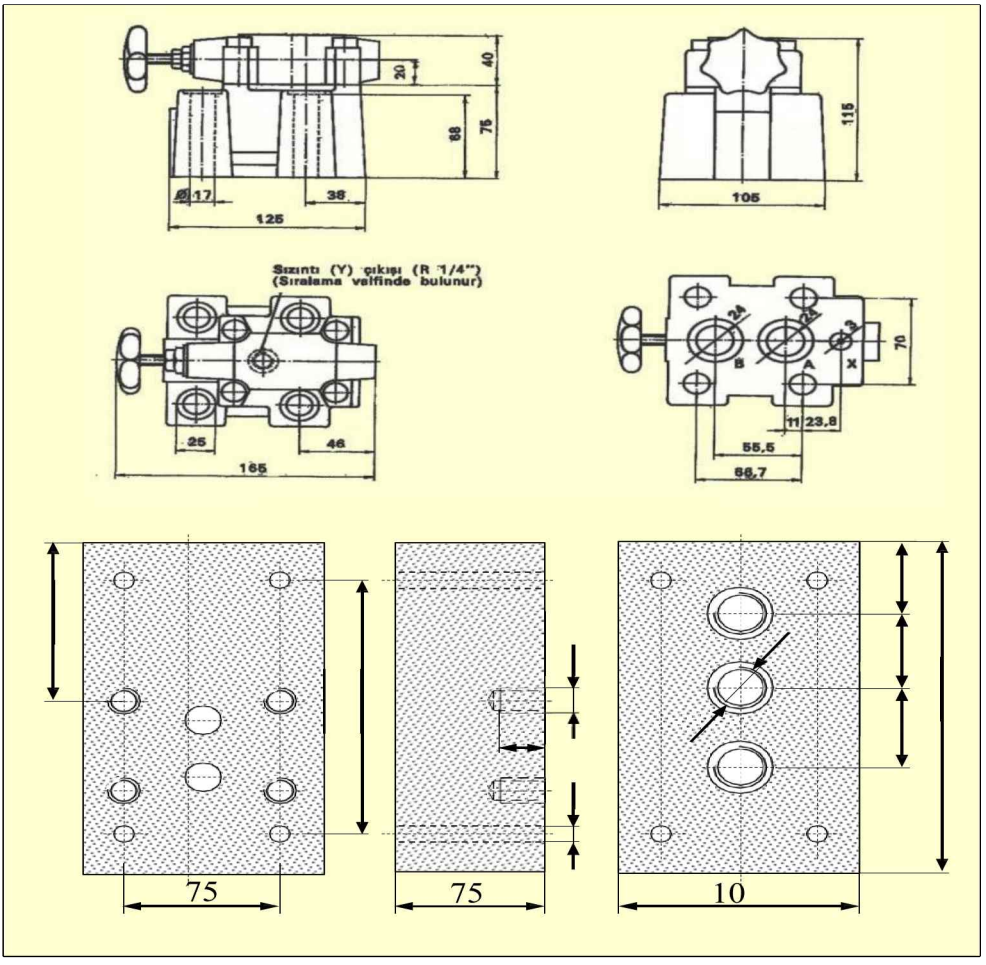
Yay (1) boşluğundan depoya pilot (14) yağı tahliyesi daima kumanda hattı (15) üzerinden ve harici olarak gerçekleştirilir. "**A**" kanalından "**B**" kanalına geri akışın serbest bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için isteğe bağlı olarak devreye bir çek valf (16) eklenir.
Ayrıca manometre bağlantısı için de bağlantı ucu (17) bulunur.



Şekil 9.11 Ön Uyarılı (Endirekt, Pilot) Basınç Düşürme Valfinin Yapısı ve Sembolü (Mannesmann)

9.3. Basınç Kontrol Valflerinin Bağlantı Ölçüleri

Basınç kontrol valflerinin bağlantıları konstrüksiyon ve amacına göre değişir. Örneğin; basınç emniyet valfinde akış "**P**"den "**T**"ye olurken, basınç sıralama valfinde ise "**A**"dan "**B**"ye olur (P□A). Tipleri üretici firmalara göre değişirse de bağlantı hatları standart ölçülerde yapılır. Özellikle boru dişi bulunan kısımlar, parmak (") ölçüsüne göre yapılır. Şekil 9.12'de basınç kontrol valflerine ait konstrüksiyon ve bağlantı ölçüleri verilmiştir.



Şekil 9.12 Basınç Kontrol Valfine Ait Örnek Konstrüksiyon ve Ölçüleri

9.4. Basınç Kontrol Valflerinin Montajı

Basınç kontrol valflerinin tipleri ve konstrüksiyonları, kullanma amaçlarına göre değişir. Dolayısıyla hidrolik sistemdeki bağlantı yerleri ve hatları da farklı olur. Örneğin; bir basınç emniyet valfinde akış "**P**"den "**T**"ye olurken basınç sıralama valfinde "**A**" (P) → "**B**" olur. Ayrıca basınç emniyet (sınırlama) valfi, ana basınç hattına bağlanırken basınç sıralama valfi iş elemanlarının hattına bağlanır.

Basınç kontrol valflerinin sisteme montajında da montaj plakası kullanılır. Dolayısıyla montaj plakası ile bağlanan basınç kontrol valfi uyumlu olmalıdır. Şekil 9.12'de bunlara ait örnek verilmiştir.

9.5. Basınç Kontrol Valflerinin Kullanımı ve Bakımı

Basınç kontrol valfleri, bir hidrolik sistemin ya da sistemin bir bölümündeki basıncı, belirlenen bir seviyede tutulmasında kullanılır. Ancak konstrüksiyon tipine göre işlevleri farklıdır. Örneğin; basınç emniyet valfi (basınç sınırlama), ana basınç hattına yerleştirilerek hidrolik sistem korunur. Basınç sıralama valfi ise ayarlanan basınca ulaşınca bir başka adımın başlatılmasını sağlar. Dolayısıyla bu valflerin kullanım amacı ile bağlantı hatlarının görev ve yerlerini bilmek gerekir. Diğer hidrolik elemanlar için yapılan tavsiyeler, bu elemanlar için de geçerlidir.

Basınç kontrol valflerinin bakımı da yön kontrol valflerinde olduğu gibidir. Yani, bir periyodik bakımı vardır. Arıza olmasa bile bakım zamanı gelince, basınç kontrol valfi sökülür, temizlenir. Elbette montaj yapılırken de montaj şemasındaki sıra göz önüne alınır. Özellikle sızdırmazlık teminine çok dikkat edilir.

Değerlendirme Çalışmaları

1. Basınç kontrol valflerinin amacı nedir? Çalışma prensibi nasıldır?
2. Basınç emniyet valfinin görevi nedir? Kontrol basıncı olarak valfin giriş ve çıkışlarından hangisi esas alınır?
3. Doğrudan uyarılı basınç kontrol valfinin diğer adı nedir? Sembolünü çizerek bağlantı işaretlerini ve harflerini belirtiniz.
4. Ön uyarılı basınç kontrol valfinin kullanım amacı nedir? Sembolünü çizerek, bağlantı işaretlerini ve harflerini belirtiniz.
5. Boşaltmalı tip ön uyarılı basınç kontrol valfinin çalışma prensibi nasıldır? Ön uyarılı basınç kontrol valfinden farkı nedir? Sembolünü çizerek açıklayınız.
6. Selenoid uyarılı ile açılan ön uyarılı basınç kontrol (sınırlama) valfinin hidrolik sisteme kazandırdığı üstünlükler nelerdir?
7. Basınç sıralama valfinin amacı nedir? Örneklerle açıklayınız.
8. Doğrudan uyarılı basınç sıralama valfinin sembolünü çizerek hidrolik sistemde kullanım şekline örnek veriniz.
9. Ön uyarılı basınç sıralama valfinin sembollerini amaçlarına göre inceleyip özelliklerini belirtiniz.
10. Akü doldurma valfinin (boşaltma valfi) amacını, bir örnek devre şeması çizerek açıklayınız.
11. Basınç düşürme valfinin görevi nedir? Kontrol basıncı olarak valfin giriş ve çıkışlarından hangisi esas alınır?
12. Doğrudan ve ön uyarılı basınç düşürme valflerinin sembollerini çizerek açıklayınız.
13. Basınç kontrol valflerinin bağlantı ölçüleri ile montajlarında nelere dikkat edilir?
14. Basınç kontrol valflerinin kullanımı ve bakımında dikkat edilmesi gereken hususları açıklayınız.

Açıklama:

Hidrolik ve Pnömatik konularındaki bölümler Milli Eğitim Bakanlığı'nın "Hidrolik ve Laboratuvarı Temel Ders Kitabı" ile "Pnömatik ve Laboratuvarı Temel Ders Kitabı" nın yazarları (Rahmetli) Dursun DURKAL ve Sn. Hocamız İbrahim TÜRKOĞLU tarafından hazırlanmıştır. Burada yer alan konular mekatroniğin gerekli konularıdır. Çalışmaların bu kitapta yer alması yazarlarca teklif edilmiştir.

Doç. Dr. Yüksel PALACI ve Muttalip KILIÇER tarafından konular ve resimler gözden geçirilmiştir. VII., VIII., ve IX. bölümlerin, eğitime katkı sağlamak ve hizmet amacıyla, bu çalışmalarının herhangi bir telif hakkı talep etmeksizin kitabımız içinde yer alması yazarlar tarafından talep edilmiştir. Sn. yazarlara teşekkür eder, sevgi ve takdirlerimi sunarım.

Bu bilgilerin kitaba ilave edilmesiyle mekatronik konusunda önemli bir literatür eksikliğinin giderileceğini değerlendiriyorum. Yazarlarca talep edildiği için uygun görüldüğü takdirde, bu bölümler "Mekatronik Temel Bilgileri 5M+2E Manufuture" isimli kitabımızda yer alacaktır. İlgili kişi ve makamların bilgilerine maruzdur. M. Oktay ALNIAK 23.08.2015

X. BÖLÜM
HİDROLİK VE PNÖMATİK PROBLEMLERİ

Bölüm Yazarı: Prof. Dr. M. Oktay ALNIAK

10. Hidrolik ve Pnömatik Sistemler

10.1 Pompalarda Güç Formülleri ve Terminoloji

İnternette ve kitaplarda aşağıdaki pompa güç hesaplama formülünü görürüz. Analizi siz yapınız. Bu formül nereden gelmiş? İnceleyiniz.

$$N = \frac{n \times \sqrt{Q}}{h^{0,75}}$$

n : Pompa devri (devir/dak)
Q : Debi (m^3/s)
h : Pompa manometrik yüksekliği (m)

10.2 Sanayide Karşılaşılabilecek Terminoloji

Pompa gücü ve verimi: N_H = Basınç P (ρ . g . h). Debi Q (m^3/s)
Verim % rakamıdır. 1 den küçüktür. Sürtünme kayıplarından dolayı verim azalır.
Pompa gücü birimi ne olabilir?

$$N_H = \frac{N}{m^2} \times \frac{m^3}{sn} = \text{watt}$$

Pompa mil gücü (N) kW veya hp olabilir:
N = Q (debi) . P (basınç) / verim

$$N = \frac{Q.(\rho.g.h)}{\eta}$$ Pompa gücü : Debi x Su Basıncı / Verim

Mekanik bilgilerimizden aşağıdaki eşitlik yazılabilir

- Pompa motor gücü : $N_{Motor} = T.\omega$
- Tork T (kgf.m) = N_{Motor} (güç: kW) /ω (açısal hız 1/sn)

Açıklama:

$E_{potansiyel} = m.g.h$, $\rho = \frac{m}{V}$, $m = \rho.V$

$E_{potansiyel} = \rho.V.g.h$ (N.m = Joule)

Bu potansiyel enerjiyi t (sn) de pompa ile başka konuma aktaralım.

$$\frac{E_p}{sn} = \frac{\rho.V.g.h}{sn} = \frac{N.m}{sn} = \frac{Joule}{sn} = Watt$$

Güç = P.Q

P : Basınç

Q : Debi

Birim analizi yapalım.

Güç nedir?

Potansiyel enerjinin zamana göre değişimi güç olarak bilinir.

$$Güç = \frac{E_p}{t} = \rho.g.Q.h = \frac{kg}{m^3} \times \frac{m}{sn^2} \times \frac{m^3}{sn} \times m = \frac{N.m}{sn} = Watt$$

Pompa Gücü N = P.Q ; P = Basınç, Q = Debi

1. Hacim m^3, debi $\frac{m^3}{sn}$ olursa güç watt bulunur.

2. Suyun basılma yüksekliği h (m) Debi (lt/sn) olursa ;

$$Güç = \frac{Q\ (lt/sn)\ .\ h\ (m)}{102}$$ formülü geçerlidir. Güç kWatt bulunur.

$$Güç = 1000\ \frac{kg}{m^3} \times 9{,}81 \frac{m}{sn^2} \times Q\ \frac{lt}{sn} \times h\ (m) = 9{,}81\ Watt$$

(Suyun 1 m^3 hacmi 1000 kg)

(1 kW = 1000 Watt)

$$9{,}81\ Watt = \frac{1kW}{102}$$ yazılabilir.

Bu nedenle uygulamada;

$$Pompa\ gücü\ (kWatt) = \frac{Q\ (lt/sn)\ .\ h\ (m)}{101{,}936}$$ yazılabilir.

h_m pompanın monometrik basınç yüksekliğidir.

Örnek:

Q = 100 lt/sn
H = 10 m ise pompa mil gücü

$$N = \frac{100 \text{ x } 10}{101{,}936}$$

N = 9,80 kW

10.3 Su Motorlarında Güç Hesabı

Bir saatte 10 m^3 su 10 metre yüksekliğe pompa ile çıkarılsın.
Gereken gücü bulunuz.
Pompa gücü = Q . P
N = ρ . g .Q . H (Debi Q (m^3/s), Basma yüksekliği H (m) su sütünu (SS))

$$= 10 \frac{m^3}{3600 \text{ sn}} \text{ x} \frac{1000 \text{ kg}}{m^3} \text{ x } 9{,}81 \frac{m}{sn^2} \text{ x } 10 \text{ m}$$

$$= 9{,}81 \text{ x } 10^5 \frac{\text{N x m}}{3600 \text{ sn}}$$

$$= 9{,}81 \text{ x } \frac{10^5}{3600} \text{ Watt} = 0{,}275 \text{ kW}$$

Q = 0,027 m^3 / sn = 2,7 litre / sn
H = 10 metre
N = 0,275 kW motor gücü gereklidir.
10 metre su sütunu 1 kgf/cm^2 basınca eşittir.

10.4 Formüller

Borunun üstü açık olsun. **Toplam Basınç** = $P_{atm}+P_{su}$ olur. Bir boru içinden sabit basınçta su akıyor. Borunun çapı büyüsün veya küçülsün, debi aynı kalır. Bu takdirde aşağıdaki formül geçerlidir.Sıvıların hareketi akışkanlar mekaniği olarak öğretilir.
Sıvıların sabit debide akışında borunun kesit alanı ile hızın çarpımı sabittir. Alan (A_1) x Hız (v_1) = Alan (A_2) x Hız (v_2) ile hesaplanır.
Debi: $Q = (\pi.D^2/4).v$ olarak bilinir. Basınç sabit ise borunun değişik kesitlerindeki kuvvetlerin alanlara oranı eşittir.

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2}$$ olarak bilinir.

Değişik kesitlerde taşınan sıvının hacimleri aynı olduğundan:
$v_1 = v_2$ yazılır. $A_1 \times h_1 = A_2 \times h_2$ Burada h (piston kursu : m), A (silindir alanı : m^2)

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{h_2}{h_1} = \frac{v_2}{v_1} \qquad Q = A_1.v_1 = A_2.v_2$$

BERNOULLİ DENKLEMİ

Terminolojisi;

V : Hacim

v : Hız

ρ : Özgül kütle

g : Yer çekimi ivmesi

$m = \rho \, . \, V$

P : Basınç

F : Kuvvet

A : Alan

Kinetik Enerji = $\frac{1}{2} . m. v^2$

Kinetik Enerji Değişimi: $dK = \frac{1}{2} \rho.dV.(v_2^2 - v_1^2)$

İş Değişimi (Yapılan İş) : $dW = dK - dU$

İki konum arasındaki kinetik enerji değişimi :

$K_1 = \rho V_1 (v_1^2)$

$K_2 = \rho V_2 (v_2^2)$

$\Delta K = \rho dV(v_2^2 - v_1^2)$

Potansiyel Enerji : $U = mgh$

$U_1 = mgh_1 = \rho V_1 g h_1$

$U_1 = mgh_2 = \rho V_2 g h_2$

$\Delta U = \rho dVg(h_2 - h_1)$

İş : dW

$P = \frac{F}{Alan}$, $F = P.A$

$P_1.A_1.dS_1 - P_2.A_2.dS_2$

$dW = P_1.V_1 - P_2.V_2$

Yapılan İş = $\Delta W = (P_2 - P_1)\, dV$

$dW = dK + dU$

$dV.(P_2 - P_1) = \frac{1}{2}\, \rho\, dV(v_2^2 - v_1^2) + \rho\, dV\, g(h_2 - h_1)$

$(P_2 - P_1) = \frac{1}{2}\, \rho\, (v_2^2 - v_1^2) + \rho g(h_2 - h_1)$

$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2}\, \rho v_1^2 = \text{sabit}$

$\frac{P_1}{\rho g} + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + h_2 + \frac{v_2^2}{2g}$

(Ref : Hilmi Ünlü, Üniversite Fiziği, Cilt I, 468, 469)
Başka yayınlarda ve internette konuyu inceleyebilirsiniz.

$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_1^2}{\gamma} + Z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{P_2^2}{\gamma} + Z_2$

$\gamma = \rho g$ Bir boru içinde akışta; farklı kesitlerde kinetik enerji, potansiyel enerji ve konum enerjisi toplamı eşittir.

10.5 Çözülmüş Problemler

1) Bir cismin kütlesi 1 lb = 453 gram ise 1 kg kaç lb' dir?

A) 1 **B)** 0,2 **C)** 2,2 **D)** 3

Çözüm:

$$\frac{1\ \text{lb}}{453\ \text{gr}} \text{ x} \frac{1000\ \text{gr}}{1\ \text{kg}} = 2{,}2\ \frac{\text{lb}}{\text{kg}}$$

Cevap: C

2) 1N = 0,2248 lbf ise 1 lbf kaç N'dır ?

A) 1 **B)** 4,4 **C)** 6 **D)** 9

Çözüm:

1N = 0,2248 lbf

$$1\ \text{lbf} = \frac{1\text{N}}{0{,}2248} = 4{,}4\ \text{N}$$

Cevap: B

3) 1 psi ne kadar Pascal (Pa)'a eşittir ?

A)1 **B)** 3446 **C)** 6892 **D)** 101325

Çözüm:

14,7 psi = 1 atm = 101325 Pa olduğundan,
1 psi = 101325 Pa x 1 psi / 14,7 psi = 6892 Pa

Cevap: C

4) 1 bar kaç psi' dır ?

A) 14,5 **B)** 14,7 **C)** 14,2 **D)** 14

Cevap: A

5) 1 Joule = 0,239 kalori ise 1 kalori kaç Joule'dır ?

A) 1 **B)** 4,18 **C)** 6 **D)** 9

Çözüm:

$$1 \text{ kalori} = \frac{1 \text{ Joule}}{0{,}239} = 4{,}18 \text{ Joule}$$

Cevap: B

6) 1 hp = 746 W ise 1 kW kaç hp'dir ?

A) 1 **B)** 1,34 **C)** 2,1 **D)** 3,14

Çözüm:

1 kW = 1,34 hp

1 hp	746 Watt
x	1000 Watt

$$x = \frac{1 \text{ hp}}{746 \text{ kW}} = \frac{1000 \text{ W}}{1 \text{ kW}} = 1{,}34 \text{ hp / kW}$$

Cevap: B

7) 10^5 Pa = 1 bar ise 10 bar kaç MPa' dır?

A) 1 **B)** 10 **C)** 0,1 **D)** 5

Çözüm:

10^5 Pa = 1 bar

10^6 Pa = 10 bar = 1 Mpa

Cevap: B

8) $\rho = m/V$, $m = \rho \times V$ dir. 1 metre su sütununun meydana getirdiği su basıncı kaç Pascal' dır ?

A) 1000 **B)** 9810 **C)** 101325 **D)** 10132

Çözüm:

$P = \rho gh$ Burada $\rho = \frac{m}{V}$, $\rho = 9{,}81 \frac{m}{sn^2}$, $h = 1$ m

$P = 1000 \frac{kg}{m^3} \times 9{,}81 \frac{m}{sn^2} \times 1\ m = 9810 \frac{N}{m^2} = 9810$ Pa

Cevap: B

9) 1 cm^2 kesit alanlı bir hortuma 76 cm yükseklikteki suyu dolduralım. Üstü açık borunun alt kesitine gelen toplam basınç kaç Pascal'dır ?

A) 100 **B)** 1000 **C)** 108780 **D)** 10132

Çözüm:

Toplam Basınç = $P_{atm} + P_{su}$

$T.P = 101325\ Pa + 1000 \frac{kg}{m^3} \times 9{,}81 \frac{m}{sn^2} \times 0{,}76\ m$

$T.P = 108780$ Pa

Cevap: C

10) Birinci silindirde 1 m^2 piston alanına 10 ton kuvvet etki ediyor. Basıncı 4 kat arttırmak istiyoruz. İkinci silindirin alanını hesaplayınız.

A) 0,75 **B)** 0,50 **C)** 0,25 **D)** 0,5

Çözüm:

$P_1 = \frac{10.000\ kgf}{1\ m^2}$ $P_2 = 40.000$ olması isteniyor.

$40000 \frac{kgf}{1m^2} = 10000 \frac{kgf}{A_2}$

$A_2 = 0{,}25\ m^2$

Cevap: C

Açıklama:

1. Birleşik kaplar prensibi gereğince basınç aynen iletilir. Basınç değişmez. Alan ve kuvvet değiştirilebilir.
2. Alanı büyüttükçe alana etkiyen kuvvet büyür. Kuvvet sabit ise alanı küçülttükçe basınç büyük değerlere değişir. Otomobil bakım yerlerindeki forklift'ler bu esasa göre çalışır. Basıncı büyütmek için teleskobik bir hidrolik sistem gerekir.

11) Sıvılarda kural: [Alan (A_1) x Hız (v_1) = Alan (A_2) x Hız (v_2)] Bu eşitlik aşağıdakilerden hangisi için geçerlidir ?

A) $P_1 = P_2$ (Basınçlar eşit)
B) $Q_1 = Q_2$ (Debiler eşit)
C) $h_1 = h_2$ (Konumlar eşit)
D) $V_1 = V_2$ (Hacimler eşit)

Cevap: B

12) Bir havuzu iç çapı ϕ = 10 cm olan bir boru vasıtasıyla v = 1 m/sn hızla sıvı ile dolduruyoruz. Havuza saatte gelen sıvıyı hesaplayınız.

A) $3\frac{m^3}{h}$ **B)** $9\frac{m^3}{h}$ **C)** $28\frac{m^3}{h}$ **D)** $42\frac{m^3}{h}$

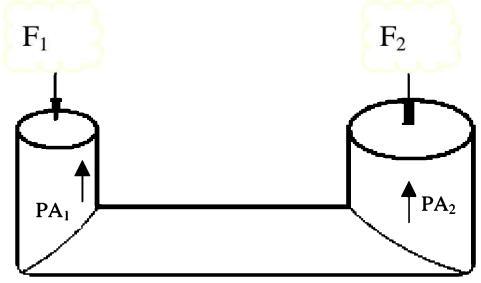
Çözüm:

$$Q = \frac{\pi.D^2}{4} \text{ x } v = \frac{\pi.(0,1)^2}{4} \text{ x} \frac{1\text{ m}}{\text{s}} \text{ x} \frac{3600\text{ s}}{\text{h}}$$

$$Q = 28{,}26\ \frac{m^3}{h}$$

Cevap: C

13) Bir kriko mekanizmasına Pascal kanunu uygulayalım. İkinci silindirdeki kuvveti bulunuz.



F_1 = 100 kgf
ϕ_1 = 0,01m (Birinci silindir çapı)
ϕ_2 = 0,1m (İkinci silindir çapı)
F_2 = ?

A) 10000 **B)** 1000 **C)** 100 **D)** 10

Çözüm:

Basınçlar eşittir. $P_1 = P_2$

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1} = \frac{100}{\frac{\pi.(0,01)^2}{4}} = \frac{400}{3,14 \text{ x } (0,01)^2} = 127,3 \frac{kg}{cm^2}$$

$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$ olmalıdır.

$$127,3 \frac{kg}{cm^2} = \frac{F_2}{\frac{\pi.(10)^2}{4}}$$

$$F_2 = 127,3 \text{ x } \frac{\pi.(10)^2}{4}$$

$F_2 = 10000$ kgf

Not: Araçların krikoları bu prensibe göre çalışıyor. Kapalı bir kapta sıvılar basıncı aynen iletirler.

Cevap: A

14) 2 Newton (N) kaç libre force (lf) eder?

A) 0,2 **B)** 0,22 **C)** 0,4 **D)** 0,44

Çözüm:

1 kgf = 9,81 N , 1 N = 0,102 kgf

1 kgf = 2,2 lbf , 1 lbf = 0,453 kgf

$$1 \text{ N} = 0,102 \text{ kgf x} \frac{2,2 \text{ lbf}}{1 \text{ kgf}}$$

1N = 0,22 lbf ise;

2 N = 0,44 lbf

Cevap: D

15) Saniyede 23,9 kalori (cal) sarf eden elektrik ampülü kaç Watt (w) gücündedir?
A) 1 **B)** 10 **C)** 100 **D)** 1000

Çözüm:

$0{,}239\ \frac{cal}{sn} = 1$ Watt

$23{,}9\ \frac{cal}{sn} = 100$ Watt

Açıklama:
1 Cal = 4,184 Joule

1 Joule = 1 N.m = 0,239 Cal

Cevap: C

16) İç çapı $\phi = 2$ m olan bir borudan 1 m/sn hızla su akıyor. Suyun 1 saatte dolduracağı hacmi bulunuz.
A) 2826 m^3
B) 5652 m^3
C) 11304 m^3
D) 22608 m^3

Çözüm:

Q = A x v = Alan x hız (A: alan, v: hız)

$$Q = \frac{\pi . D_1^2}{2} \times v = \frac{3{,}14.(2m)^2}{4} \times 1\ m = 3{,}14\ \frac{m^3}{sn}$$

$$Q = 3{,}14\ \frac{m^3}{sn} \times \frac{3600\ sn}{saat} = 11304\ \frac{m^3}{saat}$$

Cevap: B

17) Üstü açık bir varil içinde yoğunluğu 1,08 g / cm^3 olan petrol bulunmaktadır. Petrol seviyesi h = 100 cm' dir. Taban noktasındaki basıncı atmosfer olarak bulunuz.
A) 1,105 **B)** 1 **C)** 2,210 **D)** 1,5

Çözüm:

$\rho = 1{,}08\ \frac{g}{cm^3}$

$h = 100$ cm

$P = \rho \cdot g \cdot h$

$$P = 1{,}08 \frac{gr}{cm^3} \times \frac{10^6\ cm^3}{1\ m^3} \times \frac{1\ kg}{1000\ gr} \times \frac{9{,}81\ m}{sn^2} \times 1m$$

$$P = 10595 \frac{kg}{m.sn^2} = 10595 \frac{N}{m^2} = 10595\ Pa = 0{,}105\ atm$$

$\sum P = P_0 + P_p = 1 + 0{,}105 = 1{,}105$ Pa

$$1\ N/m^2 = 1\ Pa = \frac{\frac{1\ kgf.m}{s^2}}{m^2} = 10{,}2 \times 10^{-6} \frac{kgf}{cm^2}$$

Cevap: A

18) Tamamı saf su ile dolu olan bir deponun içine hacmi $V = 0{,}1\ m^3$ ve yoğunluğu $4\ gr/cm^3$ olan mermer blok bırakılıyor. Sisteme bırakılan mermer bloğun kütlesini hesaplayınız.

A) 4000 kg **B)** 400 kg **C)** 2000 kg **D)** 200 kg

Çözüm:

$V = 0{,}1\ m^3$

$$\rho = 4 \frac{gr}{cm^3} = 4000 \frac{kg}{m^3}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = 4000 \frac{kg}{m^3} \times 0{,}1\ m^3 = 400\ kg$$ (Mermerin kütlesi)

Mermerin ağırlığı: $W = m \cdot g = 400\ kg \times 9.81\ m/s^2 = 3924$ Newton

Kütle birimi: kg

Yer çekimi ivmesi: $9.81\ m/s^2$

Ağırlık birimi: $kg \cdot m/sn^2$ = Newton

Cevap: B

Sistemin ağırlığı

Taşan suyun kütlesi $m = 0.1\ m^3 \times 1000\ kg/m^3 = 100$ kg

Taşan suyun ağırlığı $W = m \times g = 100\ kg \times 9.81\ m/s^2 = 981$ N Bu suyun cismi kaldırma kuvvetidir.

$3924 - 981 = 2943$ N (Mermerin su içindeki ağırlığı)

* Çağlayan Kitabevi, Üniversite fiziği, Prof. Dr. Hilmi Ünlü

19) 0,1 m^3 mermer bloğun su dolu sisteme bırakılmasından dolayı taşan suyun kaldırma kuvvetini bulunuz.

A) 9,81 **B)** 98,1 **C)** 981 **D)** 9810

Çözüm:

Suyun kaldırma kuvveti:

Suyun yoğunluğu = 1 gr / cm^3, suyun kütlesi 100 kg ise ağırlığı nedir?

m = 100 kg $\quad W = 9{,}81 \frac{m}{sn^2} \times 100$ kg

W = 981 Newton

Cevap: C

20) 60 metre küp hacmindeki bir salonu dolduran ve kütlesi 72 kg olan havanın yoğunluğunu bulunuz.

A) 1 **B)** 0,2 **C)** 1,2 **D)** 2

Çözüm:

$V = 60\ m^3$, $m = 72$ kg , $\rho = \frac{m}{V} = \frac{72\ kg}{60\ m^3} = 1{,}2 \frac{kg}{m^3}$

Cevap: C

21) 1 m yüksekliğindeki cıva sütununun tabanındaki toplam basıncı bulunuz.

A) 2,316 **B)** 2 **C)** 2,01325 **D)** 7

Çözüm:

$P = p.g.h = 13600 \frac{kg}{m^3} \times 9{,}81 \frac{m}{sn^2} \times 1\ m = 133416 \frac{N}{m^2} = 133416$ Pa

101325 Pa	1 atm
133416 Pa	x atm

133416 Pa = 1,316 atm (civadan)

Toplam P = 1 (açık hava basıncı) + 1,316 (1 m yüksekliğindeki cıva basıncı)

Toplam P = 2,316 atm (Açık hava + Cıvadan kaynaklanan toplam basınç)

Cevap: A

22) Bir hidrolik preste birinci silindirin alanı 0,1 m^2, piston hızı 1 m / sn, ikinci silindirin alanı 2 m^2 ise piston hızı ne olur ?

A) 0,5 m/sn
B) 0,05 m/sn
C) 0,1 m/sn
D) 0,01 m/sn

Cevap: B

Açıklama: Basınçlar eşit, sıvının doldurulduğu hacimler eşit , debiler eşittir. ($Q_1 = Q_2$)

$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$ (Basınçlar eşit)

$A_1.h_1 = A_2.h_2$

$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2}$ (Hacimler eşit)

$A_1.h_1 = A_2.h_2$ h(piston kursu:m), A(silindir alanı:m^2)

$\frac{A_2}{A_1} = \frac{h_1}{h_2} = \frac{v_1}{v_2}$

$Q = A_1v_1 = A_2v_2$

$0{,}1\ m^2 \times 1\ \frac{m}{sn} = 2\ m^2 \times v_2$

$v_2 = \frac{0{,}1\ m^2}{2\ m^2} \times 1\ \frac{m}{sn}$

$v_2 = 0{,}05 \frac{m}{sn}$

Cevap: B

23) İç çapı $\phi_1 = 2$ cm olan bir borudan belli bir miktar su $V_1 = 1{,}5$ m/sn hızla akmaktadır. Aynı miktar su iç çapı $\phi_2 = 1$cm olan bir borudan kaç m/sn hızla akar?

A) 1 m/sn **B)** 2 m/sn **C)** 4 m/sn **D)** 6 m/sn

Çözüm:

$\phi_1 = 2$ cm, $\phi_2 = 1$ cm

$v_1 = 1{,}5$ m/sn, $v_2 = ?$

$$Q = \frac{\pi \times D_1^2}{4} \times v_1 = \frac{\pi \times D_2^2}{4} \times v_2$$

$$Q = \frac{\pi \times 2^2}{4} \times 1{,}5 \frac{m}{s} = \frac{\pi \times 1^2}{4} \times v_2$$

$$v_2 = 6 \frac{m}{s}$$

Cevap: D

24) Hidrolik veya pnömatik sistemde, belirli bir akış kesitinden belirli bir sürede geçen akışkan birimi $\frac{m^3}{saat}$ ile ifade edilirse bu birim aşağıdakilerden hangisine aittir?

A) Basınç **B)** Debi **C)** Güç **D)** Kuvvet

Cevap: B

25) Süreklilik denklemini açıklayan şık aşağıdakilerden hangisidir?

A) Sürtünme kuvvetini ihmal edecek olursak kapalı bir boru içindeki sıvının sahip olduğu kinetik enerji, akım çizgisi boyunca aynıdır.

B) Farklı kesitlerden oluşan bir boru içinden akan akışkanın debisi, borunun her noktasında aynı değerdedir.

C) Yer çekimini ihmal edecek olursak kapalı bir kaba etki eden kuvvetin sonucunda meydana gelen basınç, sıvı tarafından kabın her noktasına aynı şiddette etki eder.

D) Metallerin yüzeylerinden küçük parçaların kopartılmasıdır. Bu şekildeki malzeme tahribatı, bölgesel ve ani olarak meydana gelen basınç ve sıcaklık değişiminden kaynaklanır.

Cevap: B

26) Akışkanların akıcılık özelliklerini ifade eder. Yağların akmaya karşı gösterdiği zorluk aşağıdakilerden hangisidir ?

A) Polimerleşme
B) Köpüklenme
C) Viskozite
D) Oksidasyon

Cevap: C

27) Basınçlı akışkan silindirin iki ayrı yerinden girip pistonun iki yüzeyine etki ederek ileri geri hareketleri akışkan gücüyle üreten sistem aşağıdakilerden hangisidir?
A) Tek etkili silindir
B) Hidrolik motor
C) Çift etkili motor
D) Pompa

Cevap: C

28) 100 Beygir Gücündeki (hp) bir araç kaç kilowatt'lık bir elektrik motorunun gücüne eş değerdir?
A) 10 **B)** 28 **C)** 74,6 **D)** 100

Çözüm:
1 hp = 746 Watt
100 hp = 74600 Watt = 74,6 kW

Cevap: C

29) Teleskopik bir hidrolik piston ve silindri düşünün. Sabit 100 kgf yük altında; F_1 alanında P_1 basıncı = 100 atm'dir. P_2 basıncı = 1000 atm olması için F_2 alanının kaç m^2 olması gerekir? (1. Silindirdeki pistonun v_1 hızı = 1 m/sn ise 2. Silindirdeki pistonun v_2 hızı nedir?)
A) 10 **B)** 0.1 **C)** 100 **D)** 10^4

Çözüm:
$P_1 = 100/1 = 100$ atm
$P_2 = 1000 = F/x$
$P_2 = 1000 = 100/x$
$x = 100/1000 = 0.1\ m^2$
Not: Burada F, kgf kuvvet olup sabittir.

Hız ve sabit kuvvetle ilgili açıklama: Basıncı artırmak için bir mekanizma yapılabilir. Bir mil ile pistonlar aynı eksende, aynı hızda ve sabit kuvvet ile hareket ettirilebilir. Piston alanlarını değiştirerek farklı basınçlar elde edilebilir. Sanayide yüksek basınca böyle erişilir.

Cevap: B

30) Debisi saatte 100 m^3 olan su U kesitli bir kanalda akıyor. Kanalın kenarları 1 m'dir. Suyun saniyedeki akma hızını bulunuz.

A) 1 **B)** 0,027 **C)** 3 **D)** 2,63

Çözüm:

$Q = A \times v = 100 \frac{m^3}{h} = (1 \times 1)\ m^2 \times v$

$v = \frac{100\ m^3}{h} \times \frac{h}{3600\ sn} = 0{,}027 \frac{m^3}{s}$

Cevap: B

31) Bir dalgıç 10 m'ye daldığında kulağında 1 cm^2'ye gelen su basıncı kaç atm olur? (Deniz suyu $\rho = 1.030\ kg/m^{3)}$

A) 1,9972 **B)** 1 **C)** 2,9972 **D)** 2

Çözüm:

$P = \rho \times g \times h = 1030 \frac{kg}{m^3} \times 9{,}81 \frac{m}{s^2} \times 10\ cm = 101043\ Pa$

101043 Pa x atm

101325 Pa 1 atm

$x = 0{,}9972\ atm$

Kulağa gelen basınç $P = P_0 + P_{deniz\ suyu}$

$P = 1 + 0{,}9972\ atm$

$P = 1 + 0{,}9972 = 1{,}9972\ atm$

Cevap: A

32) 60 m^3 hava dolu bir odadaki havanın kütlesi 72 kg olarak biliniyor. 1 atm basınç için gerekli hava sütununu bulunuz.

A) 10 m **B)** 100 m **C)** 8607 m **D)** 1200 m

Çözüm:

$m = 72\ kg$

$V = 60\ m^3$

$\rho = \frac{m}{V} = \frac{72\ kg}{60\ m^3} = 1{,}2 \frac{kg}{m^3}$

1 atm = 101325 Pa = 101325 N / m^2

$P = \rho \times g \times h = 101325 \frac{N}{m^2} = 1{,}2 \frac{kg}{m^3} \times 9{,}81 \frac{m}{sn^2} \times h$

h = 8607 m

Cevap: C

33) Pascal kanununu açıklayan şık aşağıdakilerden hangisidir?

A) Sürtünme kuvvetini ihmal edecek olursak kapalı bir boru içindeki sıvının sahip olduğu toplam enerji, akım çizgisi boyunca aynıdır.
B) Farklı kesitlerden oluşan bir boru içinden akan akışkanların debisi, borunun her noktasında aynı değerdedir.
C) Yerçekimini ihmal edecek olursak kapalı bir kaba etki eden kuvvetin sonucunda meydana gelen basınç, sıvı tarafından kabın her noktasına aynı şiddette etki eder.
D) Metallerin yüzeylerinden küçük parçaların kopartılmasıdır.

Cevap: C

34) Yüksek basınçtaki akışkan sistem içinde yüksek hızda hareket ederken hava molekülleri ile yağ moleküllerinin çarpışması sonucunda ne meydana gelir?

A) Polimerleşme
B) Köpüklenme
C) Viskozite
D) Oksidasyon

Cevap: B

35) Pnömatik aşağıdakilerden hangisini çağrıştırmaktadır?

A) Emniyet ve gaz
B) Hız ve mekanik
C) Temizlik ve emniyet
D) Gaz ve mekanik

Cevap: D

36) Endüstriyel hidroliğin tanımı aşağıdakilerden hangisidir?

A) Hidrolik biliminin sanayide uygulamasıdır
B) Hidrolik yağıdır
C) Hidrolik arızalıdır
D) Hidrolik sisteminin bir parçasıdır

Cevap: A

37) Hidrolik veya pnömatik sistemde, belirli bir akış kesitinden belirli bir sürede geçen akışkan miktarına ne isim verilir?

A) Basınç **B)** Debi **C)** Güç **D)** Kuvvet

Cevap: B

38) Su H = 20 m manometrik basma yüksekliği olan bir depoya basılacaktır. Su debisi Q = 10 m^3/saat isteniyor. Pompanın motor gücü N = ?

A) 0,13 **B)** 0,61 **C)** 0,39 **D)** 0,52

Açıklama:
Motor gücü N(Watt) = ρ.g.Q.H formülü ile hesaplanır.
ρ = 1000 kg / m^3
g = 9.81 m / s^2
Q = 10m^3 /saat
H = 20 m
N = (1000 kg / m^3) . (9.81 m / s^2) . (10 m^3 / 3600 s) . (20 m)
N = 545 Watt = 0.545 kW
Verim 0.9 ise, N = 0.545/0.9 = 0.605 kW bulunur.

İlave bilgi: Bu hesaplamalarda su için N = Q.H /102 formülü kullanılabilir. Q (lt/ s), H(m) olmalıdır. Motor gücü kW olarak elde edilir. H = 10 m su sütunu 1 atm. basınca, 20 m su sütunu 2 atm. basınca eşittir.

Cevap: B

Birim analizi yapalım:
N (Watt) = (kg /m^3). (m/s^2). (m^3 / s). (m)
Akışkanlar için yoğunluğa dikkat ediniz

39) 1 N.m = 1 Joule, elektriğin 1 kWh fiyatı 20 kuruş ise; 1 Joule enerji kaç kuruştur?
A) 5,5 x 10^{-6}
B) 5,5 x 10^{-8}
C) 11 x 10^{-6}
D) 11 x 10^{-8}

Çözüm:

1 N.m = 1 Joule

3,6 x 10^6 Joule = 1kWh 20 kuruş

1 Joule x kuruş

$\frac{20}{3,6}$ x 10^{-6} = 5,5 x 10^{-6} kuruş

Cevap: A

40) Üstü atmosfer basıncına açık olan bir boruya doldurulan 1 mm yüksekliğinde cıva sütununun tabanındaki basıncı bulunuz.
A) 1 atm
B) 1,01534 atm
C) 1,001316 atm
D) 2,0648 atm

Çözüm:

P = ρ x g x h

$= 13600 \frac{kg}{m^3}$ x $9,81 \frac{m}{sn^2}$ x 10^{-3}

$= 13,6 \text{ x } 9,81 \frac{N}{m^2} = 133,4$ Pa

101325 Pa 1 atm

133,4 Pa x atm

x = 0,001316 atm

Açık hava basıncı 1 atm ise, bu basınca 1 mm yüksekliğindeki civadan kaynaklanan basıncı ilave etmek gerekir

$P_{toplam} = P_0 + P = 1 + 0{,}001316$ atm

$P_{toplam} = 1{,}001316$ atm

Cevap: C

41) Çapı $\phi = 1$ m olan bir borudan 1 m / sn hızla su akıyor. Suyun 1 saatte dolduracağı hacmi bulunuz.

A) 680 **B)** 1340 **C)** 2250 **D)** 2826

Çözüm:

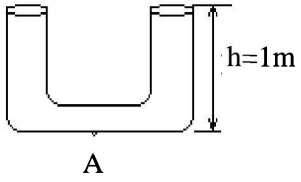
$$Q = \frac{\pi.D^2}{4} \text{ x } v \qquad Q = \frac{\pi.1^2}{4} \text{ x } \frac{1 \text{ m}}{\text{sn}} \text{ x } 3600 \frac{\text{sn}}{\text{saat}}$$

$$Q = \frac{\pi.3600 \text{ m}^3}{4 \text{ saat}}$$

$$Q = 2826 \frac{\text{m}^3}{\text{saat}}$$

Cevap: D

42) U şeklinde verilmiş bir hortum içine cıva dolduruluyor. Hortumun iki ucu açıktır. Hortumun kesiti 1 cm^2' dir. A noktasındaki basınç ne kadardır?



A) 2,32 **B)** 3,4 **C)** 3,9 **D)** 4,2

Çözüm:

$$P = \rho \text{ x } g \text{ x } h$$

$$= 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ x } 9{,}81 \frac{\text{m}}{\text{sn}^2} \text{ x } 1 \text{ m}$$

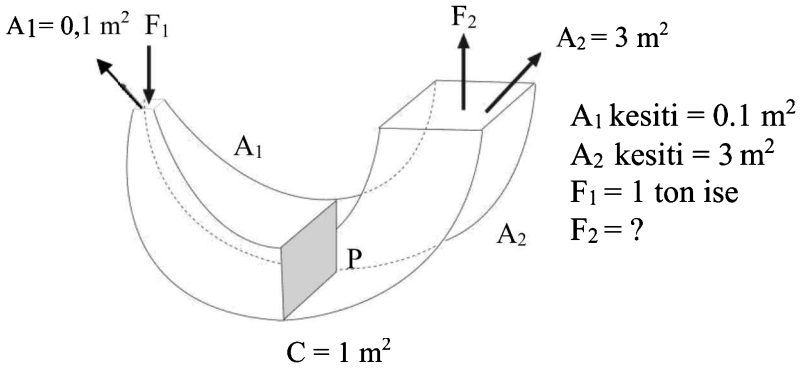
$$= 133416 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

= 1,33 bar = 1,32 atm

$P_T = P_O + P_C = 1 + 1,32 = 2,32$ atm

Cevap: A

43) Hidrolik mekanizma aşağıdaki şekildeki gibi içi su ile doludur.
$F_1 = 1$ tonf, $F_2 = ?$



A) 10 ton **B)** 20 ton **C)** 30 ton **D)** 40 ton

Çözüm:

$A_1 = 0.1$ m² $A_2 = 3$ m²

$F_1 = 1$ tonf $F_2 = ?$

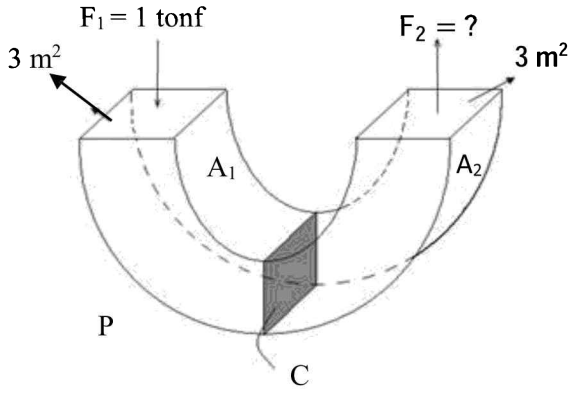
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\frac{1 \text{ tonf}}{0,1 \text{ m}^2} = \frac{F_2}{3 \text{ m}^2}$$

$F_2 = 30$ tonf

Cevap: C

44) $A_1 = 3$ m² kesitine uygulanan yük $F_1 = 1$ tonf ise, taralı olan 3 m² kesitine ve A_2 kesitine etkiyen yük kaç tonf olur?



A) 1 tonf **B)** 20 tonf **C)** 30 tonf **D)** 40 tonf

Çözüm:

$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} = \frac{F_C}{C}$ = 1tonf/3m² Kesitler aynı ise yük ve basınç aynı olur.

Açıklama:

Ton kütle ve aynı zamanda ağırlık birimidir. Kütle birimi olduğunda m = 1 ton kütleli cisim olur. Kuvvet birimi olduğunda;

W = m.g = 1 ton . 9,81 $\frac{m}{sn^2}$ = 9810 Newton'luk kuvvet demektir.

1 Tonforce = tonf yazılabilir.

Cevap: A

45) Debi $Q = \frac{\pi D^2}{4}$ x v formülü ile hesaplanır. 5 tonluk bir deponun bir saatte dolması için boru çapı 0,1 m olan bir sistemde suyun v hızını hesaplayınız.

A)387 **B)** 423 **C)** 581 **D)** 633

Çözüm:

$Q = \frac{\pi D^2}{4}$ x v = $\frac{\pi(0,1)^2}{4}$ x v

= $\frac{5\ m^3}{3600\ sn} = \frac{\pi(0,1)^2}{4}$ x v

$$v = \frac{5\ m^3}{3600\ sn} \times \frac{4}{\pi(0,1)^2.m^2}$$

$$v = 0,176\ \frac{m}{sn} = 10,56\ m/dak = 633\ m/saat$$

Cevap: D

46) Atmosferden emdikleri havayı sıkıştırarak, basınçlı hale getiren devre elemanlarına ne denir?

A) Kurutucu
B) Kompresör
C) Filtre
D) Valf

Cevap: B

47) Hidrolik akışkanlarda viskozite nedir?

A) Akmaya karşı direnç
B) Hızlı akabilmek
C) Yağlamak
D) Yoğunluk

Cevap: A

48) Hidrolik sistemlerde akışkanı tanktan alıcılara taşıyan ve alıcıdan tekrar tanka taşıyan elemanlara ne ad verilir?

A) Tank **B)** Filtre **C)** Hortum ve borular **D)** Pompa

Cevap: D

49) Bir tüp düşünün, içi cıva dolu olsun.Ağırlık formülü W = m.g ve $\rho = \frac{m}{V}$ ise m = ρ.V 'dir. Ağırlık için bir formül yazınız ve 76 cm yüksekliğindeki civanın boru içindeki ağırlığını bulunuz.

Yükseklik h = 76 cm, kesit alanı F = 1 cm^2 , yoğunluk $\rho = 13,6\ \frac{gr}{cm^3}$
Yer çekimi ivmesi g = 9,81 m/sn^2 ise ağırlık W = ?

A) 8,7 **B)** 9,23 **C)** 10,13 **D)** 12,33

Çözüm:

$V = 76\ cm \times 1\ cm^2 = 76\ cm^3,\quad \rho = \frac{13600\ kg}{1\ m^3}$

$m = \rho \times V = \frac{13600\ kg}{1\ m^3} \times 76 \times 10^{-6}\ m^3 = 1{,}033\ kg$

$W = m \times g = 9{,}81 \times 1{,}033 = 10{,}13\ \frac{kg.m}{sn^2} = 10{,}13\ N$

Cevap: C

50) Pompa mili gücü $N = \frac{Q \times H}{102 \times \eta}$ formülü ile veriliyor. Formül için birim analizi yapınız. Pompa verimi 0,90, debi Q = 10 m^3/saat, basınç P = 5 atm ise pompa gücünü kW olarak bulunuz. **(Q (lt/sn), H (m) ise N (kW) olur)**

Bu gücü taşıyacak milin çapını bulunuz. (Mil malzemesi paslanmaz çelik SAE 314, ısıl işlem görmüş, çekme mukavemeti 50 kpsi (345 Mpa = 3450 kg/cm^2)'dir. Kayma mukavemeti çekme mukavemetinin 0,577 katıdır.)

Kayma mukavemeti $\tau = 0{,}577 \times \sigma$ formülünden bulunur. Bu birimleri birbirine çeviriniz. Bu eşitlikleri inceleyiniz.

Çözüm:

Güç, açısal hız ve tork için aşağıdaki formüller düşünülebilir.

$N = T \times \omega$

$N = \frac{Q.H}{102.\eta}$

$N(kW) = Tork\ (kgf.m) \times 2\pi n(dev/dak) = kgf.m.2\pi.1/T$

$$N = \frac{\frac{m^3}{saat} . atm . \left(\frac{kgf}{cm^2}\right)}{102.\eta}$$

$$= 10\ \frac{m^3}{3600\ sn} \times 5\ \frac{kgf}{cm^2} \times 10^4\ \frac{cm^2}{m^2} \times \frac{1}{102 \times 0{,}9}$$

Bu formülasyona göre;

Q = 10 m^3/saat, P = 5 atm ve verim 0,9 ise motor gücü N = 1,51 kW bulunur.

Hatırlatma:

P = 1 atm H = 10 m SS. P = 5 atm H = 50 m SS.

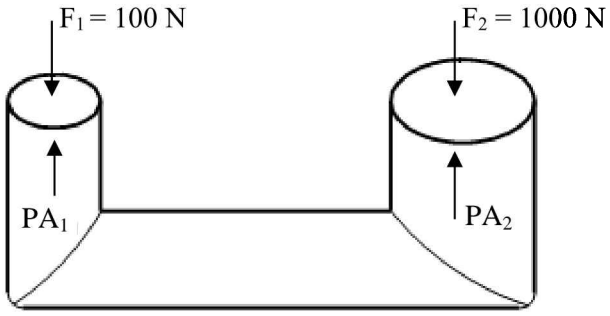
$$\tau = \frac{T \times r}{I}$$

Millerde çap yukarıdaki formülden hesaplanır. Burada $I = \frac{\pi.D^4}{32}$ (silindirik döner cisimlerde atalet momenti)
Millerde kayma gerilmesi τ, döndürme momenti T, mil yarıçapı r olursa atalet momentini dikkate alarak çeşitli hesaplamalar yapılabilir.

51) Birleşik kaplarda bir koldaki basınç $P_1 = 10$ atm, piston alanı 10 cm^2 ve piston hızı $v_1 = 1$ m/sn ölçülüyor.
Diğer koldaki F_2 kuvveti = 1000 N ise v_2 hızı ne kadardır?

A) 0,2 **B)** 0,1 **C)** 0,01 **D)** 2,2

Çözüm:



$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\frac{100}{10} = \frac{1000}{A_2}$$

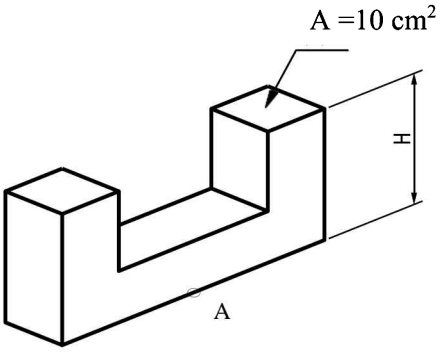
$A_2 = 100\ cm^2$

$A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2$

$10\ cm^2 \times 1 \frac{m}{sn} = 100\ cm^2 \times v_2$ ise $v_2 = 0,1 \frac{m}{sn}$

Cevap: B

52) U şeklinde verilmiş bir kare kesit borunun kesit alanı 10 cm^2'dir. Tabandaki A kesitine toplam 23,3 atm basınç geliyor. Borunun uçları açıktır. Kare boru içine doldurulan cıvanın yüksekliğini bulunuz.



A) 1,17 **B)** 1,47 **C)** 1,67 **D)** 2,7

Çözüm:

$A = 10\ cm^2$

$P_A = 23,3\ atm = 1 + 22,3 = 2,33\ Mpa = 2,33 \times 10^6\ Pa$
(Hava basıncı + Civa basıncı)

$P_C = 22,3 = \rho.g.h$ (civa basıncı)

$$22,3\ \frac{kg}{cm^2} = 13600\ \frac{kg}{m^3} \times 9,81\ \frac{m}{sn^2} \times h\ (m)$$

$$h = \frac{22,3\ kgf/cm^2 \times 10^4\ cm^2/m^2}{13600\frac{kg}{m^3} \times 9,81\frac{m}{sn^2}}$$

Not: 9,81 N = 1kgf olursa h(m) olur.
h = 1,67 m

Cevap: C

53) Yoğunluğu $19{,}3\frac{gr}{cm^3}$ ve kütlesi 15 kg olan cismin hacmini ve ağırlığını hesaplayınız.

Çözüm:

$\rho = \frac{m}{V} \qquad 19{,}3 \times 10^{-3} \frac{kg}{m^3} = \frac{15\ kg}{V}$

$V = \frac{15}{19{,}3} \times 10^3 = 0{,}77 \times 10^{-3}\ m^3$

$W = m \times g = 15\ kg \times 9{,}81 \frac{m}{sn^2} = 147{,}15\ N$

54) Hacmi $0{,}77 \times 10^{-3}\ m^3$ olan bir cisim deniz suyu ile dolu bir kaba konulduğunda belli bir miktar su kaptan dışarı taşmaktadır. Taşan deniz suyunun ağırlığı kaç Newton'dur? ($\rho_{deniz\ suyu} = 1{,}03 \times 10^3\ kg/m^3$)

A) 7,75 **B)** 9 **C)** 14 **D)** 50

Çözüm:

$\rho = \frac{m}{V}$

$m = V \times \rho$

$m = 0{,}77 \times 10^{-3}\ m^3 \times 1{,}03 \times 10^3 \frac{kg}{m^3} = 0{,}79\ kg$

$W = m \times g = 0{,}79\ kg \times 9{,}81 \frac{m}{sn^2} = 7{,}75\ N$

Cevap: A

55) Çapı 8 cm'lik borunun içinden akan yağın debisi Q = 9,5 litre/sn ise yağın akış hızını v (m/sn) biriminden bulunuz.

A) 7,75 **B)** 1,2 **C)** 1,9 **D)** 50

Çözüm:

$Q = F \times v$

Debi: $Q = 9{,}5 \frac{litre}{sn} = 9{,}5 \times 10^{-3} \frac{m^3}{sn}$

Alan: $F = \frac{\pi.D^2}{4} = \frac{\pi\ (8cm)^2}{4} = 50{,}24\ cm^2 \times \frac{10^{-4}}{1\ cm^2} = \frac{50{,}24\ m^2}{10.000}$

$$v = \frac{9{,}5 \times 10^{-3}\ m^3/sn}{50{,}24\ m^2 \times 10^{-4}}$$

$v = 1{,}9$ m/sn

Cevap: C

56) 12 metre derinlikte depo tamamen su ile doludur. Deponun tabanına etki eden mutlak basıncı Pascal, atm ve psi birimleriyle hesaplayınız.

Çözüm:

a) $P = P_O + \rho gh$

$P = (101325\ Pa) + (10^3 \frac{kg}{m^3} \times 9{,}81 \frac{m}{sn^2} \times 12\ m)$

$P = (101325\ Pa) + (1{,}17 \times 10^5\ Pa)$

$P = 2{,}18 \times 10^5\ Pa$

b) 101325 Pa — 1 atm

$2{,}18 \times 10^5$ Pa — x atm

$x = 2{,}15$ atm

c) $2{,}15 \times 14{,}7 = 31{,}6$ psi

57) 1 atm kaç psi ' dir ?

A) 14,2 **B)** 14,5 **C)** 14,7 **D)** 14,9

Cevap: C

Yazardan Öneriler:

Öğrenmekten çekinmeyin.

İlim nerede ise orada bereket vardır.

Fertler için en kolayı düzgün olmaktır.

Düzgün insanlara saygı duyulur.

Haramdan, yalandan sakının.

Yapılan işler kendi bilginiz, eseriniz olsun.

İnsanlar eserleriyle anılırlar.

Sabırla dinlemek güzeldir.

Planlı çalışan kazanır.

Başladığınız işi bitirin.

Bilgi, para çalışarak hak edilirse değerlidir.

Bilim insanları sabırlı ve çalışkan olmalıdır.

Akıl insanlara faydalı işler yapmak için verilmiştir.

Güzel giyin, az konuş, çok çalış.

Dikkatli ve güvenli iş yap. Kendine ve başkalarına zarar verme.

Çalışırken prensipler: önce sağlığınız, sonra işiniz, sonra işimiz.

En değerli varlıklarımızdan birisi ailemizdir.

Aile birliği, dirliği ve eğitimi çok iyi olmalıdır.

Huzur varsa başarı vardır.

24.06.2015

XI. BÖLÜM
TEMEL ELEKTRİK

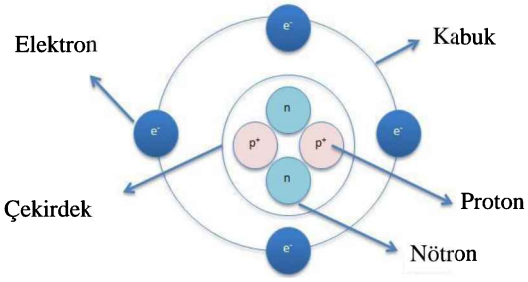
Bölüm Yazarı: Yrd. Doç. Dr. İnci Zaim GÖKBAY* (Bs, Msc., Ph.D.)

11.1 Statik Elektrik

Maddenin en küçük yapı taşına atom denir. Atomun çekirdeğinde (+) yüklü protonlar ve yüksüz (0) nötronlar bulunur. Elektronlar (-) yüklüdürler ve atom çekirdeğinin çevresinde bulunan K, L, M, N, O, P adı verilen yörüngelerde bulunurlar. Bir elementin atomunun çekirdeğindeki proton sayısına elementin atom numarası, proton ve nötron sayılarının toplamına kütle numarası denir. Proton sayısı nötron sayısına eşit ise o elemente yüksüzdür denir.

Bir atomun en dış yörüngesinde bulunan elektronlara valans elektronları denir. Son yörüngede bulunan elektronların hareketi ile atomlar elektron kazanır ve kaybederler. Çünkü atomun son yörüngesinde bulunan elektronlar çekirdekten uzak kaldıkları için çekim kuvvetleri zayıftır. Yörüngesinden kopan elektronlar atomlar arasında dolaşmaya başlarlar. Bu elektronlara serbest elektron denir. Bir maddede atomlar arasında dolaşan serbest elektron sayısı ne kadar fazla ise madde o kadar iletken ne kadar az ise o kadar yalıtkandır.

Bir maddede bulunan serbest elektron sayısı 4ten fazla ise o maddeye iletken madde, 4 ten az ise yalıtkan madde 4 ise yarı iletken madde denir.



Şekil 11.1: Atomun Yapısı

Elektrik yükünün hareketini sağlayan daha önce de belirtildiği gibi elektronlardır. Bir elektronun yükü 1.60217x10-^{19} Coulomb'tur. Q ile sembolize edilir.

$$Q = \frac{\text{elektron sayısı}}{6{,}25x10^{18}\ \text{elektron/C}}\ C \qquad (1)$$

Örnek 1: $90.8x10^{10}$ elektron kaç coulomb'luk yük temsil eder?

$$Q = \frac{\text{elektron sayısı}}{6{,}25x10^{18}\ \text{elektron/C}}$$

$$Q = \frac{90{,}8x10^{10}\ \cancel{\text{elektron}}}{6{,}25x10^{18}\ \cancel{\text{elektron}}/C}$$

$$Q = 14{,}528 \times 10^{-8}\ C$$

$$Q = 0{,}14528\ \mu C$$

Örnek 2: $63.8x10^{18}$ elektron kaç coulomb'luk yük temsil eder?

$$Q = \frac{\text{elektron sayısı}}{6{,}25x10^{18}\ \text{elektron/C}}$$

$$Q = \frac{63{,}8x10^{18}\ \cancel{\text{elektron}}}{6{,}25x10^{18}\ \cancel{\text{elektron}}/C}$$

$$Q = 10{,}208 \times 10^{0}\ C$$

$$Q = 10{,}21\ C$$

11.2 Coulomb Yasası

Birbirinden r mesafe uzakta olan iki elektrik yüklü cismin birbirini itme ya da çekme kuvvetlerini hesaplamak için kullanılan Charles Coulomb'un burulma terazisi ile yaptığı deneyler sonucunda ortaya attığı yasadır.

$$\vec{F}_{12} = k\frac{|Q_1||Q_2|}{r^2}\ N \qquad (2)$$

Formül (2)'de F, çekme-itme kuvvetini Q, elektriksel yükü r, metre cinsinden uzaklığı k, Coulomb sabitini ifade etmektedir.

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 8.9875x10^{9}\ \frac{Nm^2}{C^2} \cong 9.09x10^{9}\frac{Nm^2}{C^2} \qquad (3)$$

$$\varepsilon_0 = 8.85x10^{-12}\frac{C^2}{N\,m^2} \qquad (4)$$

Formül (3) ve (4)'te ε_0 boşlukta elektriksel dağılımı ifade etmektedir.

Örnek 1: Aşağıda ki şekilde verilen yüklü kürelerin arasında duran Q küresi dengededir. O halde

a. Q_a / Q_b oranı nedir?
b. Q_a yükünün Q yüküne uzaklığı 2 kat arttırılırsa yeni oluşacak durumda dengenin bozulmaması için Q_a/Q_b oranı ne olmalıdır?
c. Q_b yükünün Q yüküne uzaklığı 3 kat arttırılırsa ve Q_b yükü 2 katı arttırılırsa yeni oluşacak durumda dengenin bozulmaması için F_a / F_b oranı ne olmalıdır?

Çözüm:

Bu sorunun çözülebilmesi için bilinmesi gereken en önemli bilgi Q yükünün dengede kalabilmesi için Q ve Q yüklerinin uyguladığı itme-çekme kuvvetlerinin birbirine eşit olması gerektiğidir. Tüm soru $\vec{F}_a = \vec{F}_b$ eşitliğinden faydalanılarak çözülecektir.

a.

$$\vec{F}_a = k\frac{|Q_a||Q|}{d^2}\,N, \vec{F}_b = k\frac{|Q||Q_b|}{4d^2}\,N$$

$$\vec{F}_a = \vec{F}_b \Rightarrow k\frac{|Q_a||Q|}{d^2} = k\frac{|Q_b||Q|}{4d^2}$$

$$\frac{Q_a}{Q_b} = \frac{\cancel{kxQxd^2}}{\cancel{kxQx4d^2}} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{Q_a}{Q_b} = \frac{1}{4}$$

b.

$$\vec{F}_a = k\frac{|Q_a||Q|}{4d^2}\,N,\ \vec{F}_b = k\frac{|Q||Q_b|}{4d^2}\,N$$

$$\vec{F}_a = \vec{F}_b \Rightarrow k\frac{|Q_a||Q|}{4d^2} = k\frac{|Q_b||Q|}{4d^2}$$

$$\frac{Q_a}{Q_b} = \frac{\cancel{kxQx4d^2}}{\cancel{kxQx4d^2}} = 1$$

$$Q_a = Q_b$$

c.

$$\vec{F}_a = k\frac{|Q_a||Q|}{d^2}\,N \quad \vec{F}_b = k\frac{|Q||2Q_b|}{36d^2}\,N$$

$$\frac{\vec{F}_a}{\vec{F}_b} = \frac{k\frac{|Q_a||Q|}{d^2}}{k\frac{|2Q_b||Q|}{36d^2}} = \frac{36}{2} = 18$$

$$\frac{\vec{F}_a}{\vec{F}_b} = 18$$

Örnek 2: Aşağıda verilen önermelerin doğru ya da yanlışlıklarını yorumlayarak cevaplayınız.

a. Etkileşme kuvveti etkileşen yüklerin büyüklüklerin çarpımı ile doğru orantılıdır **(D/Y)**

b. Etkileşme kuvveti etkileşen yüklerin uzaklıkları ile ters orantılıdır **(D/Y)**

c. "Etkileşme kuvveti etkileşen yüklerin büyüklüklerin çarpımı ile doğru, bu yüklerin uzaklıklarının karesi ile ters orantılıdır" ifadesi coulomb yasasıdır **(D/Y)**

Çözüm:

a. $\vec{F}_{1,2} = k\frac{|Q_1||Q_2|}{d^2}\,N$ ifadesine göre önerme doğrudur.

b. $\vec{F}_{1,2} = k\frac{|Q_1||Q_2|}{d^2}\,N$ ifadesine göre önerme yanlıştır, uzaklığın karesinin tersi ile orantılı olmalıdır.

c. Doğrudur.

11.3 Gerilim

Daha önceki bölümlerde farklı kutuplardaki yüklerin birbirini çektiğinden bu çekime elektriksel çekim kuvveti denildiğinden bahsedilmişti. Birbirinden farklı yüklerin birbirini çekmesi ya da birbiri ile aynı yüklerin birbirini itmesi için **enerji** gerekmektedir. Birbirinden farklı yüklerin birbirini itmesi için gerekli olan enerji potansiyel enerjidir. Potansiyel enerjideki değişime ise gerilim denir. Gerilim, birim yükteki enerjidir. Diğer bir tanımla **Gerilim, bir joule enerji kullanarak 1 coulomb'luk yükü bir noktadan diğer bir noktaya taşıdığımızda olaşan potansiyel farktır.** V ile sembolize edilir, birimi volt'tur.

$$V = \frac{dW}{dq} \tag{5}$$

$$V = \frac{W(J)}{Q(C)} V \tag{6}$$

Yukarıda verilen formüllerde V gerilimi (V), W enerjiyi (J,Joule), Q yükü (C) ifade etmektedir.

Örnek 1: 15 C'luk bir yükü 300 J'luk enerji kullanarak hareket ettirdiğimizde oluşan potansiyel fark ne olacaktır?
Soruda ifade edilen potansiyel fark gerilimdir. Gerilimin formülünü uygulayarak bu soru yanıtlanacaktır.

$$V = \frac{W}{Q}\, volt = \frac{300J}{15C} = 20V$$

Örnek 2: 5 C'luk bir yükün A noktasından B noktasına hareketi sırasında 10 V'luk potansiyel fark oluşmaktadır. Bu sistemde yükün hareketi için kullanılan enerjiyi hesaplayınız.

$$V = \frac{W}{Q} volt$$

$$VxQ = W$$

$$10x5 = 50\,J$$

Örnek 3: Bir sisteme 5 J enerji verildiğinde 20 Vluk gerilim elde edilmektedir. Sistemde hareket eden yük miktarını hesaplayınız.

$$V = \frac{W}{Q} volt$$

$Q = \frac{w}{v} C$ olacaktır.

$$Q = \frac{5}{20} = 0.25C$$

11.4 Akım

Elektrik yüklerinin bir yöndeki hareketine **elektrik akımı** denir. Birim zamanda geçen yük miktarı **akım şiddetidir**. Birimi Amper (A), gösterimi I'dır. Bir iletkenden 1 saniyede 1 coulomb'luk yük geçtiğinde o telde oluşan akım 1A'dir.

$$i = \frac{dq}{dt} \qquad (7)$$

$$I = \frac{Q(C)}{t(s)} A \qquad (8)$$

Örnek 1: Bir telden 5 saniye içinde akan yük miktarı 10 coulomb ise bu yüklerin oluşturduğu akımı hesaplayınız.

$$I = \frac{Q(C)}{t(s)} A$$

$$I = \frac{10(C)}{5(s)} = 2A$$

Örnek 2: Bir ampülde ölçülen akım miktarı 8 A ise ampüle 2 saniye içinde akan yük miktarını hesaplayınız.

$$I = \frac{Q(C)}{t(s)} A$$

$I(A)xt(s) = Q(C)$ olacaktır.

$$Q = 8(A)x2(s) = 16C$$

Örnek 3: 16 A'lik akım elde edilen bir sistemde akan yük miktarı sekiz coulomb ise ve bu yüklerin oluşturduğu akımın kaç saniyede oluştuğunu hesaplayınız.

$$I = \frac{Q(C)}{t(s)} A$$

$$t = \frac{Q(C)}{I(A)} = \frac{8(C)}{16(A)} = 0.5s$$

11.5 Elektrik Enerjisi ve Gücü

Bir cismin kuvvet uygulanarak hareket ettirilmesine **iş** denir. Duran bir arabayı iterek hareket ettiren kişi iş yaparken, yerinden kıpırdatamayan kişi iş yapmış sayılmaz. İşin oluşması için önemli şart kuvvet uygulanan nesnenin hareket etmesidir.

$$W(J) = F(N)xl(m) \qquad (9)$$

Brada W iş (J), F kuvvet (N), l hareket ettirilen mesafeyi (m) ifade etmektedir.

İş yapabilmek için enerji gerekir. Bu nedenle iş yapabilme yeteneğine **enerji** denir. Örneğin su ısıtıldığında enerjisi artar ve buhar haline gelir. Buhar enerjisi kullanılarak tren, gemi, endüstriyel cihazlar üretilmiştir. Bu cihazlardaki ortak prensip buhar enerjisini mekanik enerjiye çevirerek kullanmasıdır. Mekanik enerji ise hareket enerjisi (kinetik enerji) ve parçaların konumlarına bağlı olarak sistemde depoladıkları enerji (potansiyel enerji) toplamıdır.
Bir DC kaynak ve bir dirençten oluşan basit bir elektrik devresinde kaynağın artı ucundan çıkarak devredeki R direncinin üzerinden geçerek kaynağın eksi ucuna dönen bir q yükü olduğunu düşünelim.
Yükün V gerilimi altında kazandığı enerji

$$W(J) = q(C)xV(V) \qquad (10)$$

olarak tanımlanır. Burada yük yerine önceki bölümlerde bahsi geçen $I = \frac{Q(C)}{t(s)}$ formülünü gerilim yerine ohm kanununa dayanarak;

V=IxR değerini yazarsak,

$$W(J) = I(A)xt(s)xI(A)xR(\Omega) \quad (11)$$

$$W(J) = I^2(A)xt(s)xR(\Omega) \quad (12)$$

Denklem (13)'de elde edilen ifadeye **Joule Kanunu** denir. İfade R dirençli bir iletken üzerinde t süresinde I şiddetinde geçen akım ile elde edilen ısı enerjisini temsil etmektedir.

İş yapmak önemlidir. Ancak yapılan işin süreside hatta mümkün olan en kısa sürede yapılması da iş kadar kıymetlidir. İşi yapma hızı, birim zamanda yapılan iş **güç** olarak adlandırılır. P ile gösterilir birimi watt'tır.

$$P = \frac{W(J)}{t(s)} Watt \quad (13)$$

Denklem (13)'de elde edilen iş formülünü (14)'te yerine yazdığımızda

$$P = \frac{I^2(A)x\cancel{t(s)}xR(\Omega)}{\cancel{t(s)}} Watt \quad (14)$$

$$P = I^2(A)xR(\Omega)Watt \quad (15)$$

elde edilir.

Örnek 1: Direnci 18 Ω olan bir aydınlatıcının üzerinden 6A'lik akım geçirildiğinde ne kadarlık güç harcanmış olur?

$$P = I^2(A)xR(\Omega)W$$
$$P = 6^2(A)x18(\Omega)W$$
$$P = 648\,Watt$$

Örnek 2: Direnci 12 Ω olan bir aydınlatıcı 1200 Wattlık güç harcıyor ise üzerinden geçen akımı hesaplayınız.

$$P = I^2(A)xR(\Omega)$$
$$\frac{P(W)}{R(\Omega)} = I^2(A)$$

$$\frac{1200(W)}{12(\Omega)} = I^2(A)$$

$I^2(A) = 100, \xrightarrow{karekök\ alındığında} I(A) = 10A$ elde edilir.

Örnek 3: Tek başına yaşayan bir öğrenci gelen elektrik faturasının ardından evde kullandığı ocak nedeniyle fazla para ödediğini düşünmektedir. Kabaca bir hesap yapmak için bir litre suyu ısıtmanın kendisine kaç TL'ye mal olduğunu hesaplamaya karar verir. Ocağın etiketinde direncinin 24 ohm olduğu yazmaktadır. Ve ocağın kronometre kullanarak yaptığı ölçümde 3 dakikada ısınmakta olduğunu tespit etmiştir. Elektrik faturasında 1kWs lik kullanımın 0,01 TL ile borçlandırıldığı yazmaktadır. (Şehir şebekesinden gelen elektrik 220V ile 240 V arasındadır. Bu soruda işlem kolaylığı için 240 V kullanınız.)

Öncelikle soruda sadece direnç değeri verildiğinden ve şehir şebekesinden gelen gerilimin 240V olduğu bilgisine dayanarak harcanan güç bulunmalıdır.

$$P = R^2 x V$$
$$P = 24^2 x 240 = 138240W = 138,24\ kW$$

Buradan ocağın 1litrelik suyu 3 dakikada ısıttığı bilgisine dayanarak 3 dakikada harcanan enerji hesaplanır. Unutulmamalıdır ki formülde kullanılan zaman saniye mertebesindedir bu nedenle 3 dakika saniyeye çevrilmelidir. Bu da 180 saniyeye eşittir.

$$W = Pxt$$
$$W = 138,24(kW)x180(s)$$
$$W = 24883.2kWs$$

1kWs= 0.01 TL ise 248,832 TL harcama yapmasına neden olmaktadır.

Örnek 4: Bir evde kullanılan mikrodalga fırının direnci 2.4 K'dır. Bu mikrodalga fırında 1 litrelik su 10 dakikada 20 dereceden kaç derece sıcaklığa çıkartılır?

Bu sorunun çözülmesi için maddenin fiziksel özellikleri ve Joule Kanunu çalışılmalıdır.

Soruda mikrodalganın evde kullanıldığı bilgisi verilmektedir. Bilindiği gibi Şehir şebekesinden 220V ila 240 V arasında gerilim elde edilmektedir. İşlemsel kolaylık açısından bu soruda 240 V kullanılacaktır. (220 V kullanılarak bulunan sonuç bu değere yakın olacaktır. Kullanılması yanlış değildir)

1 litrelik su 1kg suya eşittir çünkü suyun özgül ısısı 1'dir. Suyun buharlaşma ısısının 100 derece olduğu unutulmamalıdır. Su 100 derece üzerine çıkarsa faz değişimi olacaktır.

$Q = mxcx\Delta t$

Bu formülde m gram cinsinden kütleyi, c özgül ısıyı, Δt sıcaklık değişimini ($t_{son} - t_{ilk}$) ifade etmektedir. Bu soruda verilen ilk sıcaklık 20 derece iken sorulan son sıcaklıktır, bu nedenle Δtyerine sıcaklık değişimi ilerleyen adımlarda ($t_{son} - t_{ilk}$) olarak ifade edilecektir.

Elektriksel enerjinin kalori cinsinden değeri 0,24xW=Q denklemi ile bulunur. $Q = mxcx\Delta t$ ve W=Pxt olduğuna göre;

$$0{,}24x\ Pxt = mxcx\Delta t$$

$$0{,}24x\ \frac{V^2}{R}xt = mxcx\Delta t$$

$$0{,}24x\ \frac{240^2}{2.4\ K}x10x60 = 1000x1x\Delta t$$

$$0{,}24x\ \frac{240^2}{2.4\ x10^3}x10x60 = 1000x1x\Delta t$$

$$\cancel{24}x10^{-2}x\ \frac{240^2x\cancel{10^{-2}}}{\cancel{24}}x\cancel{10^{2}}x6 = 1000x1x\Delta t$$

$$10^{-2}x57600x6 = 1000x1x\Delta t$$

$$\cancel{10^{-2}}x576x\ \cancel{10^{2}}x6 = 10^3x1x\Delta t$$

$$3456 = 10^3x1x\Delta t$$

$$3456x\ 10^{-3} = (t_{son} - t_{ilk})$$

$$3456x\ 10^{-3} = (t_{son} - 20)$$

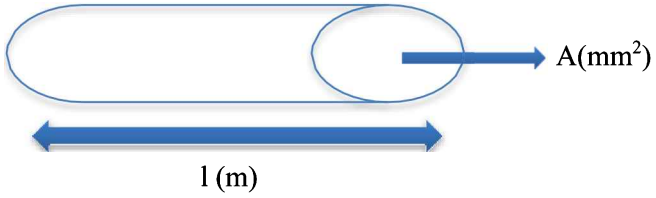
$$3{,}456 + 20 = t_{son},\ t_{son} = 23{,}456\ C^{\circ}$$

11.6 Direnç

Bir iletkenin içinden geçen akıma karşı gösterdiği zorluğa direnç denir. Pasif devre elemanı olan direncin devrede fonksiyonlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

1. Devreden geçen akımı sınırlamak ve değerini sabit tutmak.
2. Devrenin besleme (kaynak) gerilimini bölerek (küçülterek) diğer devre elemanlarının çalışmasına yardımcı olmak.
3. Hassas yapılı devre elemanlarının aşırı akıma maruz kalmasını engellemek.
4. Yük görevi yapmak
5. Sıcaklık (ısı) elde etmek

Bir iletkenin direnci iletkenin üretildiği malzemeye, uzunluğuna ve kesit alanına bağlıdır.



$$R(\Omega) = \rho \left(\frac{\Omega.mm^2}{m} \right) \frac{l\,(m)}{A\,(mm^2)} \qquad (16)$$

Formül 1'de R, direncin ohm (Ω) cinsinden değerini, ρ öz direnç değerini, l metre cinsinden uzunluğunu, A milimetrekare cinsinden alanına ifade etmektedir. Formülden de görüleceği üzere bir iletken telin direnci, telin uzunluğu ile doğru orantılıdır. Yani telin uzunluğu arttıkça, direnci artar.
İletken telin direnci, telin kesit alanı ile ters orantılıdır. Telin kesit alanı arttıkça, direnci azalır. İletken telin kalınlığı arttıkça, direnç azalır, devrede dolanan akım artar.
Bir iletkenin direnci, iletkenin cinsine bağlıdır. İletken bir maddenin, 1 m uzunluğunda ve mm^2 kesitindeki parçasının direncine, öz direnç adı verilir. Her iletkenin öz direnci farklıdır. Tablo 11.1'de farklı maddelerin öz dirençleri verilmiştir. Tabloda verilen öz direnç değerleri iletkenlerin oda sıcaklığındaki özdirençleridir.

Tablo 11.1: İletkenlerin Özdirençleri

Malzeme	**Özdirenç** $\frac{\Omega.mm^2}{m}$
Gümüş	0.016
Bakır	0.017
Altın	0.023
Alüminyum	0.028
Demir	0.012

Örnek 1: Bir elektrik tesisatında kullanılan bakır iletken telin kesit alanı 10 mm^2dir. Telin 200 metresinin direnci nedir?

$\rho_{Bakır} = 0.0178 \left(\frac{\Omega.mm^2}{m}\right)$

Çözüm 1: Bu sorunun çözümü için formül (1) kullanılacaktır. Bu soruda verilen uzunluk, alan ve özdirenç yerine konularak direnç hesaplanacaktır.

$$R\,(\Omega) = \rho\left(\frac{\Omega.mm^2}{m}\right)\frac{l(m)}{A(mm^2)}$$

$$R\,(\Omega) = 0.0178\left(\frac{\Omega.\cancel{mm^2}}{\cancel{m}}\right)\frac{200(\cancel{m})}{10(\cancel{mm^2})}$$

$$R\,(\Omega) = 178x10^{-4}x2x10$$

$$R\,(\Omega) = 178x2x10^{-4+1}$$

$$R\,(\Omega) = 356x10^{-3}\Omega \leftrightarrow R = 356m\Omega$$

Örnek 2: Bir elektrik sistemde kullanılan gümüş iletken telin kesit alanı 20 mm^2 ' dir. Direncin 10kΩ olabilmesi için ne kadar uzunlukta tel kullanılması gereklidir? $\rho_{gümüş} = 0{,}016\ \frac{\Omega.mm^2}{m}$

Çözüm 2: Bu sorunun çözümü için formül (1) kullanılacaktır. Bu soruda verilen direnç, alan ve özdirenç yerine konularak uzunluk hesaplanacaktır.

$$R\,(\Omega) = \rho\left(\frac{\Omega.mm^2}{m}\right)\frac{l(m)}{A(mm^2)}$$

$$\frac{R\,(\Omega)A(\cancel{mm^2})}{\rho\left(\frac{\Omega.\cancel{mm^2}}{m}\right)} = l(m)$$

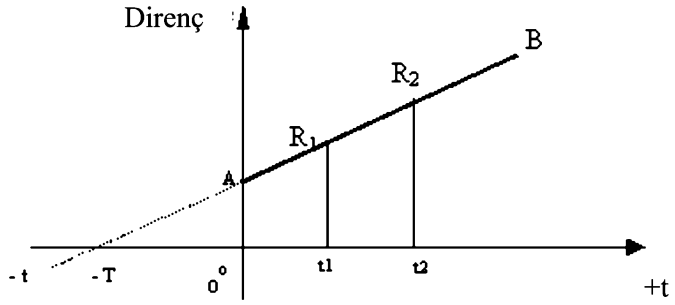
$$\frac{10x10^3(\Omega)2x10(\cancel{mm^2})}{16x10^{-3}\left(\frac{\Omega.\cancel{mm^2}}{m}\right)} = l(m)$$

$$\frac{10x10^3x2x10x10^3}{16} = l(m)$$

$$\frac{10^8x2}{16} = l(m) \qquad 0.125x10^8 = l(m) \leftrightarrow l = 12.5Mm$$

11.6.1 Direncin Sıcaklıkta Değişimi

İletken bir telin sıcaklığındaki değişim iletimi sağlayan elektron hareketlerini değiştirdiği için direnci de değiştirir. İletkenin ısısı arttıkça elektron hareketi artar ve buna bağlı olarak direnci artar. Isınan devrelerde bu durumlar göz önünde bulundurularak hesaplama ve tasarım yapılır. Dirençlerin üzerinde belirtilen omik değerler oda sıcaklığındaki direnmeyi göstermektedir. Metallerin direnci sıfır (0) ile yüz (100) derece arasında doğrusal değişime uğrar. Aşağıdaki şekilde bir metalin sıcaklıkla direncinin değişimi gösterilmektedir.



Şekil 11.2: Metal Direncinin Sıcaklıkla Değişimi [2], [3]

Şekil 11. 2'de bir direncin t_1 sıcaklığında aldığı direnç değeri R_1 olarak ifade edilirken t_2 sıcaklığında aldığı direnç değeri R_2 olarak gösterilmektedir. Grafikte $t_2 > t_1$ ve $R_2 > R_1$ olduğu açıkça görülmektedir. Buradan sıcaklık arttıkça direncin omik değeri arttığı gözlenmektedir. Her metalin bir T katsayısı vardır. Bu, teorik olarak o direncin değerinin sıfır ohm olduğu sıcaklık değeri demektir. Şekil göz önünde bulundurularak geometride kullanılan Thales teoremi ya da üçgende temel benzerlik teoreminden faydalanarak formül (18) şu şekilde yazılabilir:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{T+t_1}{T+t_2} \qquad (17)$$

içler dışlar çarpımı yapılarak R_2 direnci aşağıdaki gibi yazılır

$$R_2 = \frac{R_1(T+t_2)}{(T+t_1)} \qquad (18)$$

ifadenin pay kısmına t_1 ekleyip çıkarttığımızda bir etki olmayacaktır. Ancak formül aşağıdaki gibi olur:

$$R_2 = \frac{R_1(T + t_2 + t_1 - t_1)}{(T + t_1)} = \frac{R_1(T + t_1 + (t_2 - t_1))}{(T + t_1)} = \frac{R_1(T + t_1) + R_1(t_2 - t_1)}{(T + t_1)}$$

$$R_2 = R_1\left[\frac{\cancel{T + t_1}}{\cancel{(T + t_1)}} + \frac{t_2 - t_1}{(T + t_1)}\right]$$

$$R_2 = R_1\left[1 + \frac{1}{(T + t_1)}t_2 - t_1\right]$$

Burada $\frac{1}{(T+t_1)}$ ifadesi direnç sıcaklık katsayısı olan α sayısını gösterir. Buradan direncin sıcaklıkla değişimini gösteren formül;

$$R_2 = R_1[1 + \alpha(t_2 - t_1)] \qquad (19)$$

olacaktır. Tablo 11.2'de çeşitli iletkenlerin T katsayıları (°C) ve α (1/°C) katsayıları verilmektedir.

Tablo11.2: Bazı Maddelerin Oda Sıcaklığındaki
Kritik ve Direnç Sıcaklık Katsayıları

Madde	T Katsayısı (Kritik Sıcaklık)	α Katsayısı Direnç Sıcaklık Katsayısı
Gümüş	243	0.0038
Bakır	235	0.0039
Altın	230	0.0034
Alüminyum	245	0.0039
Kurşun	218	0.0040
Pirinç	650	0.0015

Örnek 1: Bir gümüş iletkeninin 20 derecedeki direnci 10 ohm dur. Bu iletkenin 70 derecedeki direncini bulunuz.

Çözüm 1: Bu soru hem kritik sıcaklık hem direnç sıcaklık katsayıları kullanılarak çözülebilir.

1.a. $\frac{R_1}{R_2} = \frac{T+t_1}{T+t_2}$ formülünden $\frac{10}{R_2} = \frac{243+20}{243+70}$ elde edilir. Buradan:

$R_2 = \frac{313x10}{263} = 11.90\Omega$ bulunur.

1.b. $R_2 = R_1[1 + \alpha(t_2 - t_1)]$ formülünden

$R_2 = 10[1 + 0.0038(70 - 20)] = 11.9\Omega$ elde edlilir.

11.6.2 Direnç Bağlantılarına Giriş

Bir devre içinde dirençler birbirlerine seri ve paralel olmak üzere iki şekilde bağlanabilirler. Seri bağlantı iki direncin bir ortak noktasının olduğu diğer uçlarının farklı noktalarda bağlı olduğu durumdur. Paralel bağlantıda ise paralel olan tüm dirençler iki noktalarından da birbirlerine bağlıdırlar.

Şekil 11.3'te bir devreye ait kesit verilmektedir. Bu kesitte R_1 ve R_2 direnci birbirine seri bağlıdır. Seri bağlı dirençlerin en önemli özelliği üzerlerinden akan akımın eşit olmasıdır. Şekil **11.3**'te R_1 ve R_2 direnci üzerinden akan akımlar sırası ile I_1 , I_2 olsun.

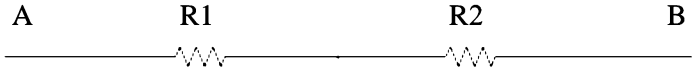
$I_1 = I_2$ (20)

Ohm Kanunu $V = IxR$ kullanıldığında aşağıda ki eşitlikler yazılır.

$V_{R_1} = I_1 x R_1$, $V_{R_1} = I_1 x R_1$ (21)

Denklem **20** ve 21'den elde edilecek Denklem **22** aynı zamanda gerilim bölücü olarak adlandırılan çözümün başlangıcını oluşturmaktadır.

$\frac{V_{R1}}{R_1} = \frac{V_{R2}}{R_2}$ => $I_1 = I_2$ (22)



Şekil 11.3: İki Direncin Seri Bağlanmasını Gösteren Devre Kesiti

Şekil 11.4'te verilen devre kesitinde ise iki direncin paralel bağlantısı gösterilmektedir. Bu kesitte R_1 ve R_2 direnci birbirine paralel bağlıdır.

Paralel bağlı dirençlerin en önemli özelliği üzerlerindeki gerilimlerin eşit olmasıdır. Şekil 11.4'te R_1 ve R_2 direnci üzerinden akan akımlar sırası ile V_1, V_2 olsun.

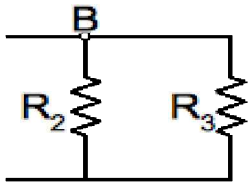
$$V1 = V2 \qquad (23)$$

Ohm Kanunu $V = IxR$ kullanıldığında aşağıda ki eşitlikler yazılır

$$V_{R_1} = I_1 x R_1 \qquad V_{R_1} = I_1 x R_1 \qquad (24)$$

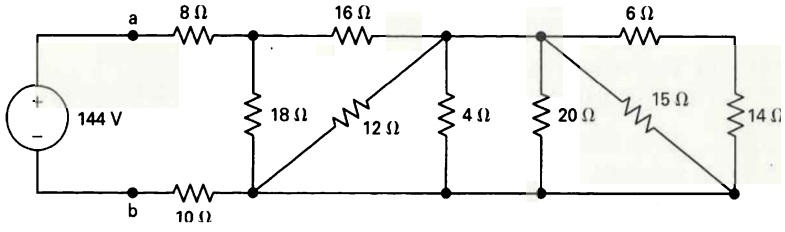
Denklem 24 ve 25'ten elde edilecek Denklem 26 aynı zamanda akım bölücü olarak adlandırılan çözümün başlangıcını oluşturmaktadır.

$$I_1 x R_1 = I_2 x R_2 \qquad (25)$$



Şekil 11.4: İki Direncin Paralel Bağlanmasını Gösteren Devre Kesiti

Örnek 1: Aşağıda verilen devrede,
a. 8 Ohm'luk direncin gücünü hesaplayınız.
b. Devre 24°C sıcaklıkta bulunmaktadır. 10 ohm'luk direnç devreden sökülerek 150°C sıcaklığa alındığında direncin değerinde ne kadarlık bir değişim oluşacaktır hesaplayınız. (α = 0,01381/°C)
c. 18 ohmluk bir direnç malzemesi öz direnci 3 kat daha fazla bir malzeme ile üretilmiş olsaydı ve alanı 6 kat arttırılsaydı değeri kaç ohm olurdu hesaplayınız.



Çözüm 1:
Sorunun a seçeneğinin çözülebilmesi için direncin üzerinden geçen akımın bunun için devrenin ana kol akımının hesaplanması gerekmektedir. Anakol akımının hesaplanabilmesi için devrenin eşdeğer direnci bulunmalıdır.
Devrenin eş değer direncinin hesaplnaması için öncelikle son devre elemanından çözüm yapılmaya başlanmalıdır. Son direnç olan 14 Ω'luk direnç, 6 Ω'luk direnç ile seri bağlıdır. Seri bağlantıyı şu şekilde anlayabiliriz; 6 Ω'luk direncin 15 Ω'luk dirençle bağlandığı noktaya kalemi koyarak 6 Ω'luk direncin üzerinden 14 Ω'luk direncin üzerine gittiğinizde başla bir ayrım olmamaktadır. İki direnç önceki bölümde de anlatıldığı gibi birbirine seri bağlıdır. Bu seri bağlantı 15 Ω 'luk, 20 'luk, 4 Ω'luk, 12 Ω'luk dirençlere paralel bağlıdır. Bu paralelliklerin sonucunda elde edilen direnç 16Ωluk dirence seri elde edilen direnç 18Ω 'luk dirence paraleldir. Son direnç 8 Ω 'luk ve 10 Ω'luk dirençlere seri bağlıdır. Yani:

$R_{eş}$ = ([[14Ω + 6 Ω)//15 Ω//20 Ω//4 Ω//12 Ω]+16 Ω//18 Ω)+8 Ω+10 Ω

Ω = 20 Ω elde edilir.

Ohm Kanununu kullanarak, V=IxR$_{eş}$

$I = \frac{V}{R_{eş}} = \frac{144}{27} = 5.34\ A$ bulunur.

a. 8 Ω 'luk direncin gücünü hesaplayabilmemiz için gerilim ya da akımına ihtiyacımız vardır. Anakol akımı aynı zamanda 8 Ω 'luk direncin akımıdır. Bu nedenle 8 Ω'luk direncin gücü;

$P = I^2 * R$
$P = (5.34)^2.8$
$P_{8\Omega} = 228.12Watt$

b. Sıcaklık değiştiğinde direncin omik değeride değişir. Bu değişim,

$R_{son} = R_{ilk}[1 + \alpha(t_{son} - t_{ilk})]$

formülü ile hesaplanır. Burada sıcaklık $24°$'den $150°$'ye çıkartılmıştır. O halde
$R_{son} = 10 + 0.038(150 - 24)]$
$R_{son} = 14.788\Omega$ olur. Direncin omik değeri 4.788 Ω artmış olur.

c. Direncin omik büyüklüğü malzemesinin özdirencine, uzunluk ve alanına bağlıdır. O halde,

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

formülünden direncin omik değeri,

$$R_{1\Omega} = \rho \frac{l}{A}$$

direncin özdirenci 3 kat arttırılırsa ve alanı 6 kat arttırılırsa elde edilecek omik değeri,

$$R_{Yeni_{1\Omega}} = 3\rho \frac{l}{6A}$$

$$= \rho \frac{l}{2A}$$ olur.

Değişimi hesaplamak için ilk değer ve son değeri oranladığımızda

$$\frac{R_{1\Omega}}{R_{Yeni_{1\Omega}}} = \frac{\rho \frac{l}{A}}{\rho \frac{l}{2A}} = \rho \frac{l}{A} * \frac{2A}{\rho l} = 2$$

$R_{Yeni_{1\Omega}} = \frac{R_{1\Omega}}{2}$ yeni değerin eski değerin yarısına eşit olduğunu buluruz.

KAYNAKÇA

[1]. Floyd, T., Buchla,D., Electronics Fundamentals, ISBN: 0-13- 507295-6, Pearson Education, 23 Jun 2013.

[2]. Nilsson, J., Riedel, S., Electric Circuits, ISBN:0136114997, Pearson Education, 2011

[3]. YILMAZ,E.N., Ders Notları, Gazi Üniversitesi, http://w3.gazi.edu.tr/ ~enyilmaz/elektrik2.pdf, 10.10.2013

[4].http://yoner. pamukkale. edu.tr / dersnotlari dosyalar /EEEN % 20213 %20 ELEKTRİK - ELEKTRONİK%20MÜHENDİSLİĞİNİN%20TEMELLERİ.pdf

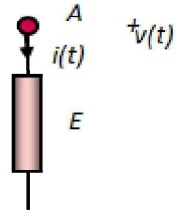
XII. BÖLÜM
ELEKTRİK / ELEKTRONİK

Bölüm Yazarı: Doç. Dr. Sedat NAZLIBİLEK (MSc., Ph.D)

Elektriksel sistemler iki tür elemandan (veya bileşenden) oluşur. Bunlardan birincisi önceki bölümde de anlatıldığı gibi enerji tüketen elemanlar (direnç) ve ikincisi enerji depolayan elemanlardır (kapasitör ve indüktör). Enerji tüketen elemanlardan oluşan devreler (Dirençli devreler) cebirsel denklemlerle temsil edilir, Enerji depolayan elemanlar içeren devreler (kapasitif ve indüktif eleman içeren devreler) ise türevsel denklemlerle (diferansiyel denklemler ile) modellenir.
Bu kitap kapsamında "doğrusal ve zamanla değişmeyen elektriksel sistemler" ele alınmaktadır. Elektriksel eleman ya da bileşen olarak da direnç, kapasitör, indüktör ve bağımsız gerilim ve akım kaynakları gibi "iki-uçlu bileşenler" incelenmektedir. Elektronik elemanlar olarak ise iki-uçlu (diyotlar) ve çok-uçlu (genelde üç-uçlu) bileşenler (transistörler ve işlemsel yükselteçler (OPMAP)) açıklanmaktadır.

12.1 Genel Bir Elektriksel İki-Uçlu Bileşen ve Uç Gerilimi ve Akımı için İlgili Referans Yönler

Genel bir iki-uçlu bileşen Şekil12.1'de gösterilmiştir.



Şekil 12.1: Genel Bir İki-Uçlu Bileşen ve Uç Değişkenleri İçin Referans Yönler

Şekil 12.1'de gösterilen iki-uçlu bileşen bir direnç, kapasitör veya indüktör (bobin) olabilir. Bileşene ait üç bilgi vardır. Bunlar bileşenin parametresi E, üzerinden akan akım değişkeni ve karşısında düşen gerilim değişkenidir. Bileşen parametresi gerçel bir sayıdır.

Akım ve gerilim değişkenleri ise zaman fonksiyonlarıdır (ya da sinyaller). Bunlara uç akımı i(t) ve uç gerilimi v(t) denir.

Uç gerilimi için referans yönler, A ve B uçları yanına konan (+) ve (-) işaretleriyle gösterilir. Uç akımı için referans yön ise (+)'dan (-)'ye bir ok ile temsil edilir.

Eğer iki uçtaki gerilimler sırasıyla v_A ve v_B, olarak gösterilirse, o takdirde,

$v(t) = v_A - v_B$ olur.

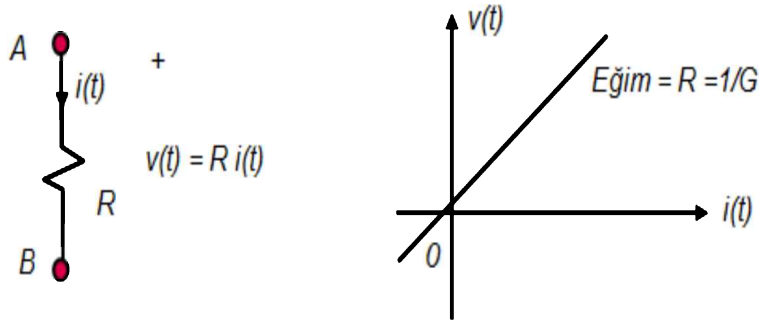
12.2 Direnç (Doğrusal, Zamanla Değişmeyen, Elektriksel Enerji Tüketen Bileşen)

Direnç, şematik olarak Şekil 12.2'de gösterilmiştir. Direnç üzerinde akım ve gerilim değişkenleri arasındaki ilişki:

$v(t) = R\, i(t)$ veya $i(t) = G\, v(t)$

Burada;

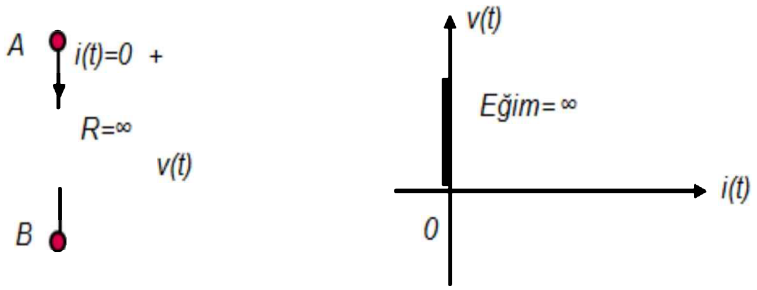
R : Direnç, Ohm (Ω)
G : İletkenlik, Mho (℧)
i(t) : Akım değişkeni, Amper (A)
v(t) : Gerilim (Voltaj) değişkeni, Volt (V)



Şekil 12.2: Direnç ve Karakteristiği

12.2.1 Açık – Devre

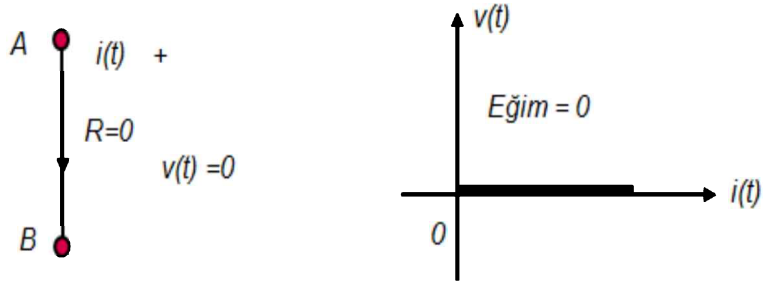
Üzerinden akan akımı sıfır olan iki-uçlu bileşene açık-devre denir (Şekil 12.3).



Şekil 12.3: Açık-Devre ve Karakteristiği

12.2.2 Kısa – Devre

Karşısındaki gerilim sıfır olan iki-uçlu bileşene kısa-devre denir (Şekil 12.4).



Şekil 12.4: Kısa-Devre ve Karakteristiği

12.2.3 Dirençte Harcanan Güç ve Enerji

12.2.3.1 Güç

Doğrusal, zamanla değişmeyen bir dirençte anlık güç:

$$p(t) = v(t)\, i(t)$$
$$= R\, i^2(t) = G\, v^2(t)$$

12.2.3.2 Harcanan Enerji

Bir direnç üzerinde hiçbir enerji depolanmadığı için, ısı olarak harcanan enerji:

$$w(t) = \int_{t0}^{t} p(\lambda)\, d\lambda \;\; y \geq 0$$

$$= R \int_{t0}^{t} i^2(\lambda)\, d\lambda \geq 0$$

$$= G \int_{t0}^{t} v^2(\lambda)\, d\lambda \geq 0$$

12.2.3.3 Ortalama Güç

$$P_{ort} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} p(\lambda) d\lambda$$

12.2.3.4 Etkin (Kök veya rms) Değer)

$$V_{et} = [\, \frac{1}{T} \int_{0}^{T} V^2(t)\, dt \,]^{1/2}$$

$$I_{et} = [\, \frac{1}{T} \int_{0}^{T} i^2(t) dt \,]^{1/2}$$

Etkin değerler cinsinden ortalama güç:

$$P_{ort} = V_{et}\, I_{et}$$
$$= G\, V^2_{et}$$
$$= R\, I^2_{et}$$

12.3 İndüktör (Bobin), Doğrusal, Zamanla Değişmeyen, Manyetik Enerji Depolayan Bileşen

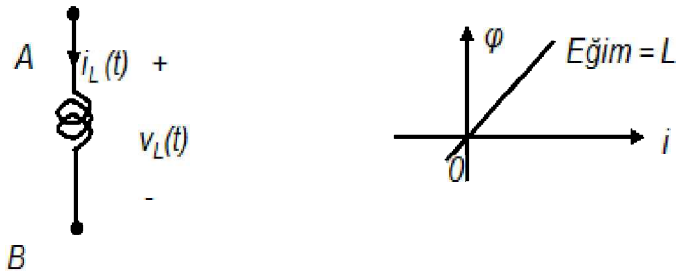
Doğrusal, zamanla değişmeyen iki-uçlu indüktörün (bobinin) karakteristiği φ – i düzleminde ifade edilir ve şematik gösterimi Şekil 12.5'te verilmiştir. Burada φ weber cinsinden manyetik akıdır.

İndüktörün uç denklemi:

$$V_L(t) = L\frac{d}{dt} i_L(t)$$

Burada, indüktör parametresi

L: İndüktans, Henry



Şekil 12.5: İndüktör (Bobin) ve Karakteristiği

12.4 Kapasitör, Doğrusal, Zamanla Değişmeyen, Elektrik Enerjisi Depolayan Bileşen

Doğrusal, zamanla değişmeyen iki-uçlu kapasitörün (kondansatör) karakteristiği q – v düzleminde ifade edilir ve şematik gösterimi Şek.6'da verilmiştir. Burada q Coulomb cinsinden elektrik yüküdür. Kapasitörün uç denklemi:

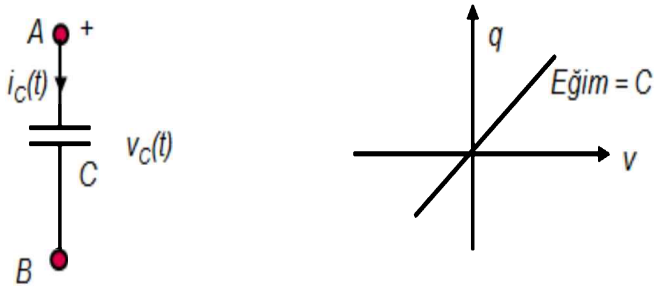
$$\dot{I}_C(t) = C\frac{d}{dt} V_C(t)$$

Burada:

C: Kapasitans, Farad

Bu eşitlik aşağıdaki gibi de ifade edilebilir:

$$V_C(t) = \frac{1}{C}\int_0^t \dot{I}_C(\tau)d\tau$$

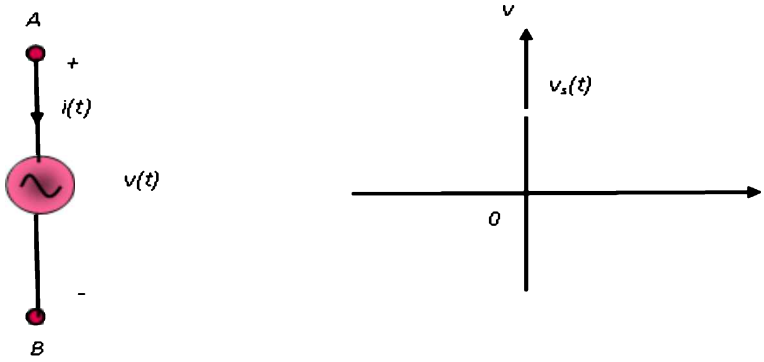


Şekil 12.6: Kapasitör ve Karakteristiği

12.5 İdeal Bağımsız Kaynaklar

12.5.1 İdeal Bağımsız Gerilim Kaynağı

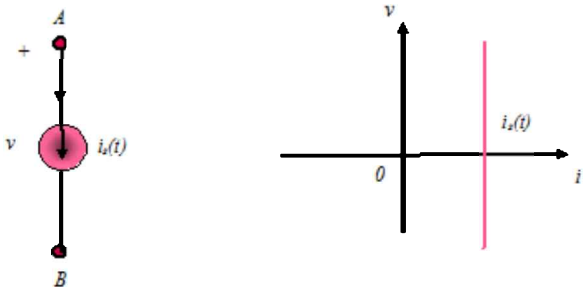
Uç akımı i(t) ne olursa olsun, karşısında ürettiği gerilimi belirlenen bir $v_s(t)$ değerinde sürekli muhafaza eden iki uçlu bileşen bağımsız gerilim kaynağı olarak adlandırılır. Sembolü ve V-I karakteristiği Şekil 12.7'de gösterilmiştir.



Şekil 12.7: İdeal Bağımsız Gerilim Kaynağı ve Karakteristiği

12.5.2 İdeal Bağımsız Akım Kaynağı

Uç gerilimi v(t) ne olursa olsun, ürettiği akımı belirlenen bir $i_s(t)$ değerinde sürekli muhafaza eden iki uçlu bileşen bağımsız akım kaynağı olarak adlandırılır. Sembolü ve V-I karakteristiği Şekil 12.8'de gösterilmiştir.



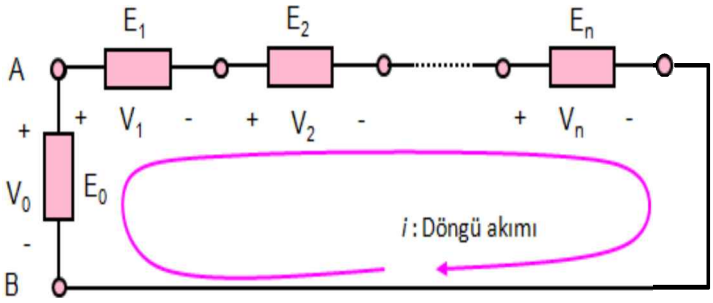
Şekil 12.8: İdeal Bakım Kaynağı ve Karakteristiği

12.6 Kirchoff Yasaları

12.6.1 Kirchoff Gerilim Yasası (KGY)

Elektriksel bir döngüde bulunan gerilimlerin cebirsel toplamı sıfırdır. Şekil 12.9'da çizilen döngüde Kirchoff Gerilim Yasası aşağıdaki gibidir.

$$- V_0 + V_1 + V_2 + \ldots + V_n = 0$$



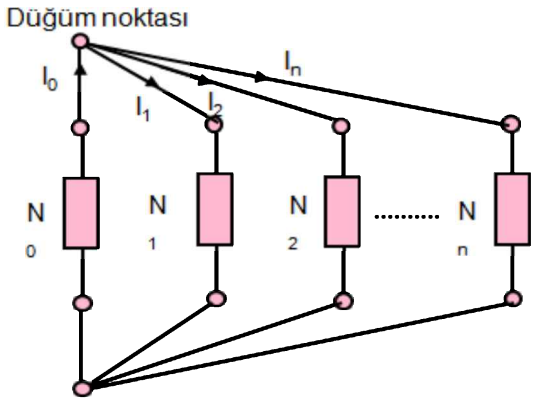
Şekil 12.9: Elektriksel Kapalı Döngü

Yukarıdaki eşitlikte, döngü akımının girdiği yer (+) ise, ilgili gerilim pozitif, (-) ise ilgili gerilim negatif kabul edilir. Bu isteğe bağlı olarak tam tersi olarak da alınabilir, sonuç değişmez.

12.6.2 Kirchoff Akım Yasası (KAY)

Elektriksel bir düğümde bulunan akımların cebirsel toplamı sıfırdır. Şekil 12.10'da çizilen düğüm noktasında Kirchoff Akım Yasası aşağıdaki gibidir.

$$- I_0 + I_1 + I_2 + \ldots + I_n = 0$$



Şekil 12.10: Elektriksel Düğüm Noktası

Yukarıdaki eşitlikte, düğüm noktasına giren akımlar (+) çıkan akımlar ise (-) alınmıştır. Bu isteğe bağlı olarak tam tersi olarak da alınabilir, sonuç değişmez.

12.7 Elektriksel Bileşenlerin Bağlantı Biçimleri

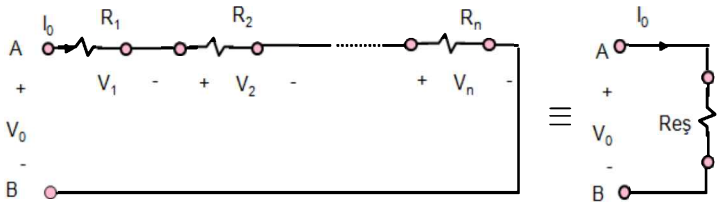
12.7.1 Direnç

Dirençler seri, paralel, yıldız ve üçgen şekilde birbirine bağlanabilirler. Eşdeğer direnç aşağıdaki gibi bulunabilir.

12.7.1.1 Seri Bağlı Dirençler

Seri bağlı dirençler şematik olarak Şekil 12.11'de gösterilmiştir. Eşdeğer seri direnç aşağıdaki gibi bulunur.

$$R_{eş} = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$$

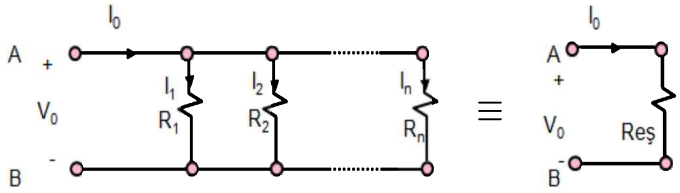


Şekil 12.11: Seri Bağlı Dirençler ve Eşdeğeri

12.7.1.2 Paralel Bağlı Dirençler

Paralel bağlı dirençler şematik olarak Şekil 12.12'de gösterilmiştir. Eşdeğer paralel direnç aşağıdaki gibi bulunur.

$$1/R_{eş} = 1/R_1 + 1/R_2 + \ldots + 1/R_n$$



Şekil 12.12: Paralel Bağlı Dirençler ve Eşdeğeri

Paralel bağlı dirençlerin eşdeğeri ayrıca iletkenlikler cinsinde de aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$G_{eş} = G_1 + G_2 + \cdots + G_n$$

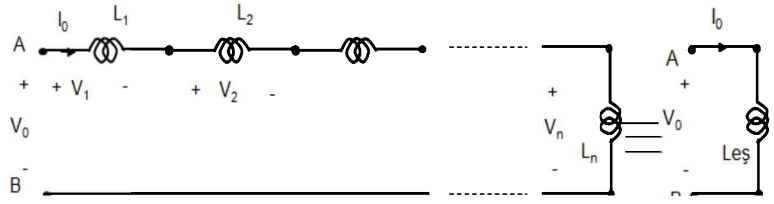
12.7.2 İndüktör (Bobin)

İndüktörler (bobinler) seri ve paralel bağlanabilir. Eşdeğer indüktans aşağıdaki gibi bulunabilir.

12.7.2.1 Seri Bağlı İndüktörler

Seri bağlı indüktörler şematik olarak Şekil12.13'da gösterilmiştir. Eşdeğer seri indüktans aşağıdaki gibi bulunur.

$$L_{eş} = L_1 + L_2 + \cdots + L_n$$

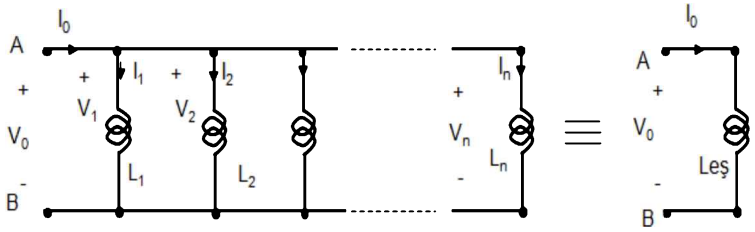


Şekil 12.13: Seri Bağlı İndüktörler ve Eşdeğeri

12.7.2.2 Paralel Bağlı İndüktörler

Paralel bağlı indüktörler şematik olarak Şekil 12.14'de gösterilmiştir. Eşdeğer paralel indüktör aşağıdaki gibi bulunur.

$$1/L_{eş} = 1/L_1 + 1/L_2 + \ldots + 1/L_n$$



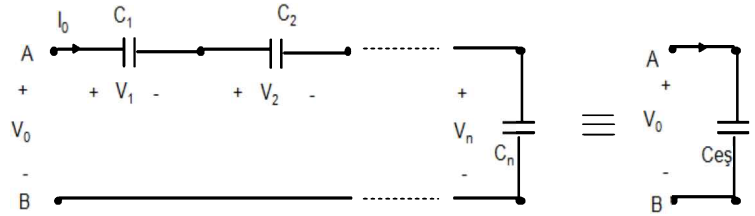
Şekil 12.14: Paralel Bağlı İndüktörler ve Eşdeğeri

12.7.3 Kapasitör (Kondansatör)

12.7.3.1 Seri Bağlı Kapasitör

Seri bağlı kapasitörler şematik olarak Şekil 12.15'te gösterilmiştir. Eşdeğer seri kapasitör aşağıdaki gibi bulunur.

$$1/C_{eş} = 1/C_1 + 1/C_2 + \ldots + 1/C_n$$

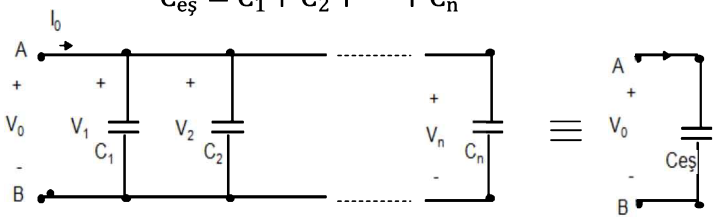


Şekil 12.15: Seri Bağlı Kapasitörler ve Eşdeğeri

12.7.3.2 Paralel Bağlı Kapasitör

Paralel bağlı kapasitörler şematik olarak Şekil 12.16'da gösterilmiştir. Eşdeğer seri kapasitör aşağıdaki gibi bulunur.

$$C_{eş} = C_1 + C_2 + \cdots + C_n$$

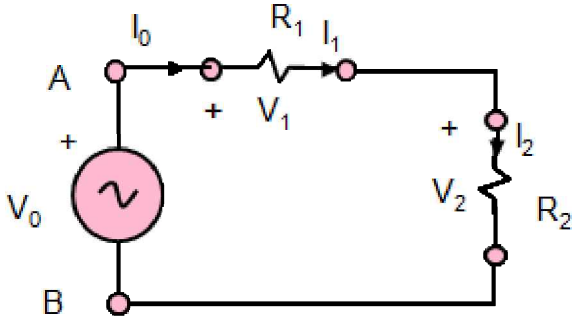


Şekil 12.16: Paralel Bağlı Kapasitörler ve Eşdeğeri

12.8 Gerilim ve Akım Bölücü Devreler

12.8.1 Gerilim Bölücü Devre

Gerilim Bölücü Devre bir gerilim kaynağı ve ona bağlı seri dirençlerden oluşur. (Şekil 12.17).



Şekil 12.17: Gerilim Bölücü Devre

Bu devrede, dirençler üzerinde bölünen gerilimler aşağıdaki gibi hesaplanır, bunlara gerilim bölme kuralı (GBK) denir.

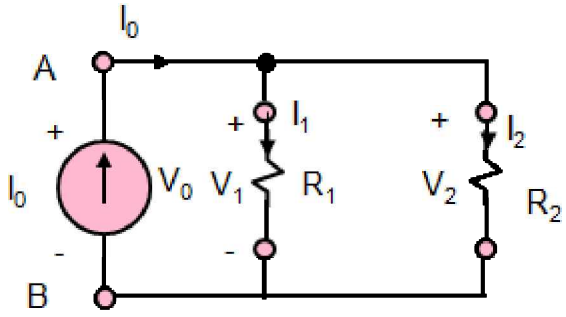
$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot V_0 \text{ ve } V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_0$$

Kolay hatırlanması bakımından, GBK bulunması istenen gerilim için şöyle ifade edilir.

"Kendi direnci bölü toplam direnç çarpı kaynak".

12.8.2 Akım Bölücü Devre

Akım Bölücü Devre bir akım kaynağı ve ona bağlı paralel dirençlerden oluşur (Şek.18).



Şekil 12.18: Akım Bölücü Devre

Bu devrede, dirençler üzerinde bölünen akımlar aşağıdaki gibi hesaplanır, bunlara akım bölme kuralı (ABK) denir.

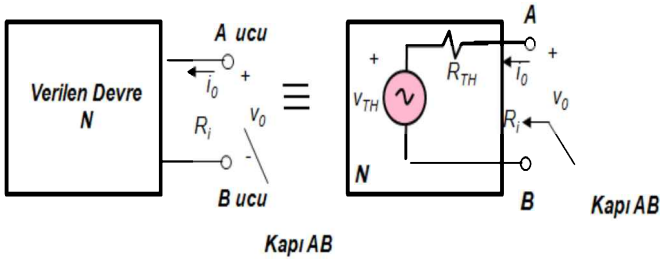
$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot I_0 \quad \text{ve} \quad I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot I_0$$

Kolay hatırlanması bakımından, ABK bulunması istenen gerilim için şöyle ifade edilir:

"Karşı direnç bölü toplam direnç çarpı kaynak"

12.8.3 Thevenin ve Norton Eşdeğer Devreleri ve Süperpozisyon Kuralı

12.8.3.1 Thevenin Eşdeğer Devresi



Şekil 12.19: Thevenin Eşdeğer Devresi

İçinde dirençler, bağımsız akım kaynakları ve bağımsız gerilim kaynakları bulunan herhangi büyük bir devrenin verilen kapısından görülen eşdeğeri bağımsız bir gerilim kaynağı ve buna seri bağlı bir dirençtir (Şekil 12.19). Buna devrenin Thevenin eşdeğeri denir. Burada belirlenmesi gereken iki bilinmeyen vardır.

Bunlar Thevenin gerilimi v_{TH} ve Thevenin direnci R_{TH}'dir ve aşağıdaki gibi tanımlanıp bulunur.

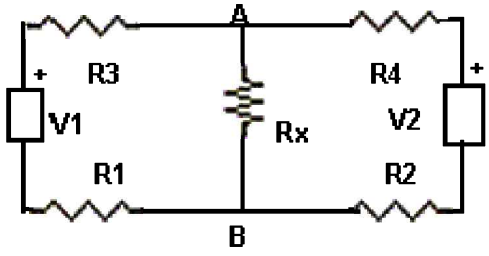
Thevenin gerilimi AB kapısı açık-devre iken hesaplanan (veya ölçülen) gerilimdir.

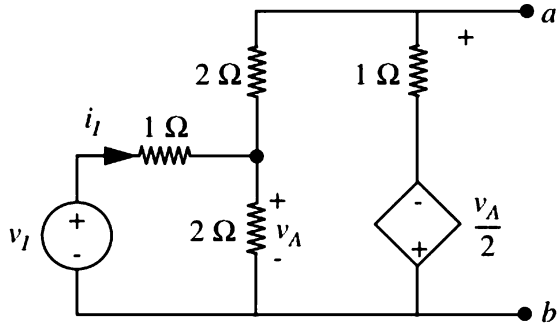
$$V_{TH} = V_{AD}$$

Thevenin direnci ise, AB kapısından bakıldığında devre içinde bulunan tüm gerilim ve akım kaynakları öldürüldüğünde bulunan dirençtir.

12.8.3.2 Kaynak Öldürme

Akım kaynaklarını açık-devre yapmak, ve gerilim kaynaklarını kısa-devre yapmaktır.





Norton Eşdeğer Devresi

12.8.3.3 Norton Eşdeğer Devresi

İçinde dirençler, bağımsız akım kaynakları ve bağımsız gerilim kaynakları bulunan verilen herhangi büyük bir devrenin verilen kapısından görülen eşdeğeri bağımsız bir akım kaynağı ve buna paralel bağlı bir dirençtir (Şekil 12.20). Buna devrenin Norton eşdeğeri denir. Burada belirlenmesi gereken iki bilinmeyen vardır. Bunlar Norton akımı i_{TH} ve Norton direnci R_N'dir ve aşağıdaki gibi tanımlanıp bulunur.

Norton akımı AB kapısı kısa-devre iken bu kısa-devreden geçen, hesaplanan (veya ölçülen) akımdır.

$\dot{I}_N = \dot{I}_{KD}$

Norton direnci ise, AB kapısından bakıldığında devre içinde bulunan tüm gerilim ve akım kaynakları öldürüldüğünde bulunan dirençtir.
Dikkat edilirse;

$R_N = R_{TH}$

12.8.3.4 Süperpozisyon Kuralı

Doğrusal, zamanla-değişmeyen bir devrede birden fazla kaynak varsa, tepkenin bulunması için, kaynaklar teker teker etkin bırakılıp, diğerleri öldürülerek, etkin bırakılanın tepkesi bulunur ve sonuçta tüm tepkeler cebirsel olarak toplanıp, toplam tepke elde edilir.

12.9 Düğüm ve Çevre Denklemleri

Düğüm denklemleri Kirchoff Akım Yasası (KAY) kullanılarak elde edilir. Her bir temel düğüm için KAY yazılır ve elde edilen denklemler vektör-matris biçimine konulur. Bu denklemler için bilinmeyen değişkenler düğüm gerilimleridir. Düğüm denklemleri yazılırken, bir düğüm "toprak" seçilir. Toprak düğümünün gerilimi sıfır kabul edilir. Diğer düğüm gerilimleri toprağa göre belirlenir. Düğüm denklemleri aşağıdaki biçimde gösterilir.

$G \cdot V = \dot{I}$

Burada **G** simetrik iletkenlik matrisidir. Bu matrisin boyutu nxn dir (n temel düğüm sayısıdır), **v** bilinmeyen düğüm gerilimleri vektörüdür ve **i** devrede bulunan bağımsız akım kaynaklarının akımlarını içeren bilinenler vektörüdür. **G** matrisi tekil olmayan bir matris olduğu için evriği alınabilir, böylece çözüm:

$V = G^{-1} \cdot \dot{I}$

12.9.1 Çevre Denklemleri

Çevre denklemleri Kirchoff Gerilim Yasası (KGS) kullanılarak elde edilir. Her bir temel çevre (döngü) için KGY yazılır ve denklemler vektör-matris biçimine konulur. Bu denklemler için bilinmeyen değişkenler çevre (döngü) akımlarıdır. Vektör-matris eşitliği çözülerek bilinmeyenler bulunur. Çevre denklemler aşağıda gösterilen biçimdedir.

$R \cdot İ = V$

Burada **R** dirençsel simetrik matristir, boyutu nxn dir (n temel çevre sayısısdır), **i** bilinmeyen akımlar vektörü ve **v**bilinen bağımsız kaynaklar vektörüdür. **R** matrisi tekil olmayan bir matris olduğundan evriği alınabilir, böylece eşitliğin çözümü aşağıdaki gibi olur:

$İ = R^{-1} \cdot V$

12.10 Zaman Bölgesinde R, L, C Devreleri

Elektriksel R,L,C devreleri zaman bölgesinde "durum denklemleri" ile ifade edilir. Durum denklemi aşağıdaki gibi birinci-mertebe vektör- matris türevsel denklemidir.

$$\frac{d}{dt} x(t) = Ax(t) + Bu(t)$$

Burada;

x(t) : nx1 durum değişkenleri vektörü

A : nxn sistem matrisi

B : nxm giriş matrisi

u(t) : mx1 kaynaklar (girişler) vektörü

n : Durum değişkenleri sayısı

Tepke (çıkış) denklemi aşağıdaki gibi vektör-matris cebirsel denklemidir.

$$y(t) = Cx(t) + D\,u(t)$$

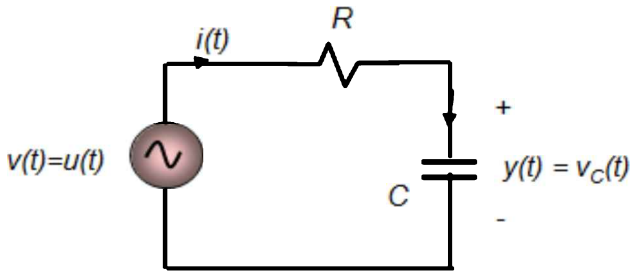
Burada;

y(t) : rx1 tepke (çıkış) vektörü
C : rxn tepke (çıkış) matrisi
D : rxm Giriş-çıkış doğrudan bağlantı matrisi
r : çıkış sayısıdır

Bir RLC devresine ilişkin durum denklemi, devre hakkındaki bilinmeyenlerin belirlenebilmesi için seçilen minimum boyutta bir denklemdir. Durum denklemi çözüldüğünde, devre hakkındaki tüm gerilim ve akım değişkenleri belirlenmiş olur.

12.10.1 Birinci – Mertebe Devreler

Birinci-mertebe devreler, içinde bir adet kapasitör veya bir adet indüktör bulunan devrelerdir. Bunlara örnekler RC devresi ve RL devresi verilebilir. Aşağıda Şekil 12.20'de birinci-mertebe RC devresi verilmiştir. Bu devre aynı zamanda "Alçak Geçiren Süzgeç" devresi olarak da bilinir. Bu devrede, v(t) giriş gerilim kaynağı, kapasitör gerilimi $v_C(t)$ durum değişkeni ve aynı zamanda sistemin tepkesi olarak verilmiştir.



Şekil 12.20: Birinci-Mertebe RC Devresi (Alçak Geçiren Süzgeç-AGS

Bu devreye ilişkin durum denklemi skaler bir türevsel denklemdir çünkü durum değişkeni sayısı bir adettir. Durum denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir:

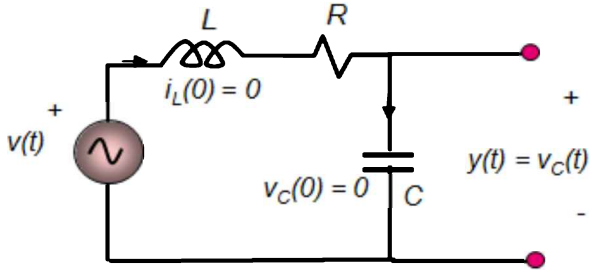
$$\frac{d}{dt} V_C(t) = -\frac{1}{RC} V_C(t) + \frac{1}{RC} V(t)$$

Burada RC: zaman sabitidir. Tepke denklemi:

$$y(t) = v_C(t)$$

12.10.2 İkinci – Mertebe Devreler

İkinci-mertebe devreler, genelde içinde bir adet kapasitör ve bir adet indüktör bulunan devrelerdir. Ancak sırf iki adet kapasitörlü veya iki adet indüktörlü olan ikinci-mertebe devreler de söz konusudur.Bunlara örnekler seri veya paralel rezonans devresi olan RLC devreleri verilebilir. Şek.21'de ikinci-mertebe seri rezonans RLC devresi verilmiştir. Bu devre aynı zamanda "Band Geçiren Süzgeç-BGS" devresi olarak da bilinir. Bu devrede, v(t) giriş gerilim kaynağı, kapasitör gerilimi $v_C(t)$ ile indüktör akımı $i_L(t)$ durum değişkenleri ve $v_C(t)$ aynı zamanda sistemin tepkesi olarak verilmiştir.



Şekil 12.21: İkinci-Mertebe RLC Devresi
(Seri Rezonans Devresi veya Band Geçiren Süzgeç-BGS)

Bu devreye ilişkin durum denklemi 2x2 vektör-matris bir türevsel denklemdir, çünkü durum değişkeni sayısı iki adettir. Durum denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\frac{1}{RC}\begin{bmatrix} V_C(t) \\ \dot{I}_L(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1/L \\ -1/L & R/L \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1/L \end{bmatrix} v(t)$$

Tepki denklemi;

$$y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_C(t) \\ \dot{I}_L(t) \end{bmatrix}$$

12.11 Frekans Bölgesinde R, L, C Devreleri

12.11.1 s-Bölgesinde RLC Devreleri

Elektriksel RLC devreleri Laplace dönüşümü alınarak, s-bölgesinde ifade edilebilir. Bu durumda devrelerin uç denklemleri tamamen cebirsel olarak yazılabilir ve devre çözümleme yöntemleri tıpkı dirençli devrelerdeki gibi yapılabilir. S-bölgesinde ayrıca zaman bölgesinde tanımlanamayan "transfer fonksiyonu", "empedans", "admitans" gibi kavramlar da getirilebilir.
s-bölgesinde elektriksel bileşenlerin uç denklemleri aşağıdaki gibi yazılır:

12.11.1.1 Direnç

$$V_R(s) = R \cdot I_R(s)$$

veya

$$I_R(s) = \frac{1}{R} . I_R(s)$$

12.11.1.2 Kapasitör

$$V_C(s) = \frac{1}{sC} \cdot I_R(s) \qquad \text{veya} \qquad I_C(s) = sC \cdot I_C(s)$$

Burada 1/sC kapasitörün empedansı ve sC admitansı olarak adlandırılır, birimleri sırasıyla ohm ve mho'dur.

12.11.1.3 İndüktör

$$V_L(s) = sL \cdot I_L(s)$$

veya

$$I_L(s) = \frac{1}{sL} \cdot I_C(s)$$

Burada sL indüktörün empedansı ve1/ sL admitansı olarak adlandırılır, birimleri sırasıyla ohm ve mho'dur.

12.11.1.4 Empedans

Dikkat edilirse, her üç uç-denkleminde V(s) ile I(s) arasındaki ilişki cebirseldir ve I(s) önündeki çarpan terimi ohm cinsindendir. Bu çarpan terimine "empedans" denir ve genel olarak V-I ilişkisi aşağıdaki gibi yazılır.

$$V(s) = Z(s) \cdot I(s)$$

Yine dikkat edilirse, V, I ve Z terimleri s'nin fonksiyonudur. s karmaşık değişkendir ve aşağıdaki gibi gerçel ve sanal kısımlardan oluşur:

$$s = \sigma + j\omega$$

Z(s), ohm: empedanstır.

12.11.1.5 Admitans

Empedansın tersi admitans olarak adlandırılır.

$$y(s) = \frac{1}{Z(s)} \text{, mho}$$

s-bölgesi genel bir bölgedir.

12.12 jw – Bölgesinde RLC Devreleri

Giriş kaynakları sinüzoidal sinyaller olduklarında, RLC devreleri jw- bölgesinde temsil edilirler. Bu bölge tıpkı s-bölgesi gibidir. Sadece V, I, Z ve Y değişkenleri jw'nın fonksiyonudurlar. Aşağıda jw- bölgesinde uç-denklemleri verilmiştir.

12.12.1 Direnç

$V_R(j\omega) = R \cdot I_R(j\omega)$

veya

$$I_R(j\omega) = \frac{1}{R} V_R(j\omega) = G \cdot V_R(j\omega)$$

12.12.2 Kapasitör

$$V_C(j\omega) = \frac{1}{j\omega C} \cdot I_R(j\omega)$$

veya

$I_C(j\omega) = j\omega C \cdot I_C(j\omega)$

Burada $1/j\omega C$ kapasitörün empedansı ve $j\omega C$ admitansı olarak adlandırılır, birimleri sırasıyla ohm ve mho'dur.

12.12.3 İndüktör

$V_L(j\omega) = j\omega L \cdot L_L(j\omega)$

veya

$$I_L(j\omega) = \frac{1}{sL} \cdot I_C(j\omega)$$

Burada $j\omega$ L indüktörün empedansı ve $1/j\omega L$ admitansı olarak adlandırılır, birimleri sırayla ohm ve mho'dur.

12.12.4 Empedans

Dikkat edilirse, her üç uc-denkleminde $V(j\omega)$ ile $I(j\omega)$ arasındaki ilişki cebirseldir ve $I(j\omega)$ önündeki çarpan terimi ohm cinsindendir. Bu çarpan terimine "empedans" denir ve genel olarak V- I ilişkisi aşağıdaki gibi yazılır.

$V(j\omega) = Z(j\omega) \cdot I(j\omega)$

Yine dikkat edilirse, V, I ve Z terimleri 'nin fonksiyonudur. jω karmaşık (sanal) değişkendir.
Z(jω), ohm: empedanstır

12.12.5 Admitans

Empedansın tersi admitans olarak adlandırılır:

$$y(j\omega) = \frac{1}{Z(j\omega)} \text{ , mho}$$

jw-bölgesi karmaşık bir bölgedir.

12.12.6 Fazör Gösterimi

jω-bölgesi karmaşık bir bölge olduğu için, sinüzoidal kaynak içeren RLC devreleri karmaşık uzayda fazörlerle temsil edilir. Fazör, sinüzoidal bir sinyalin, özelde cosinus fonksiyonunun genlik ve faz kaymasını ifade eden bir gösterimdir.

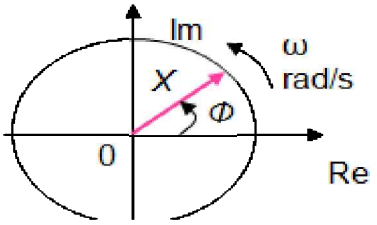
Doğrusal zamanla değişmeyen sistemler, giriş kaynakları sinüzoidal olduklarında kalıcı durumda frekansı giriş sinüzoidalin frekansı ile aynı ancak belli bir faz kaymasına uğramış çıkışlar (tepkeler) üretir. Bu nedenle, belli bir frekansta V, I, Z ve Y gibi değişkenler fazörlerle gösterilir. Verilen cosinüs fonksiyonu;

$$x(t) = X\cos(j\omega + \varphi)$$

Bu sinüzoidal için **fazör:**

$$X(j\omega) = Xe^{j\varphi} = X \angle\varphi$$

Olarak gösterilir. Burada X fazörün boyu ve ⟨φ fazörün açısıdır. Bir fazör kartezyen koordinatlar sisteminde bir ok ile temsil edilir (Şekil 12.22)



Şekil 12.22: Fazör

12.12.7 Frekans Tepkisi

Elektriksel sistemler genellikle değişken frekanslı giriş kaynaklarına sahiptir. Bu durumda, sistem davranışını değişken frekansa göre analiz etmek gerekir. Giriş fonksiyonu sinüzoidaldir. Sistemim çıkışı bu değişken frekansa bağlıdır. Bu çıkış davranışına frekans tepkisi adı verilir.

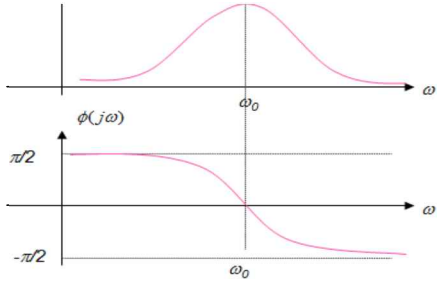
Sistem fonksiyonu G(jω) bir fazör olarak ifade edilebilir. Bu fazörü kutupsal koordinatlarda temsil edersek, sistem fonksiyonun genliği $|G(j\omega)|$ ve fazı $\phi(j\omega)$ olarak gösterilebilir.

$$G(j\omega) = k\frac{|j\omega - z_1||j\omega - z_2|\cdots|j\omega - z_m|}{|j\omega - p_1||j\omega - p_2|\cdots|j\omega - p_n|}$$

ve

$$\phi(j\omega) = \angle(j\omega - z_1) + \angle(j\omega - z_2) + \ldots + \angle(j\omega - z_m) - \angle(j\omega - p_1) - \angle(j\omega - p_2) - \ldots - \angle(j\omega - p_n)$$

$|G(j\omega)|$ ve $\phi(j\omega)$ ω değişkenine göre Şek.23'te gösterilmiştir.



Şekil 12.23: Frekans Tepkesi. (a) Genlik; (b) Faz Açısı

12.13 Elektriksel Süzgeçler

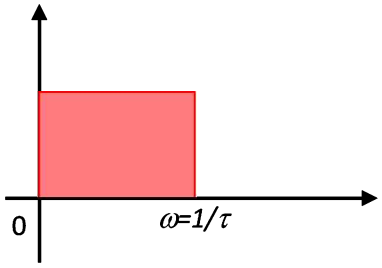
Önceki bölümde görüldüğü gibi, elektriksel sistem fonksiyonunun genliği ve fazı frekansın fonksiyondur. Bir devrenin sinüzoidal tepkesi frekansın fonksiyonu olarak çözümlenebilir. Genlik ve faz için arzu edilen bir frekans tepkesine sahip olmak üzere özel olarak tasarımlanan devrelere "süzgeç" denir. Uygulamada birkaç tür süzgeç vardır. Bunlar, alçak geçiren süzgeç, yüksek geçiren süzgeç, band geçiren süzgeç, band durduran süzgeç, çentik süzgeç, vb.dir.

12.13.1 İdeal Süzgeç

İdeal süzgeç, belli bir frekans aralığında veya bandında sabit genlik karakteristiğe sahiptir.

12.13.2 Alçak Geçiren Süzgeç

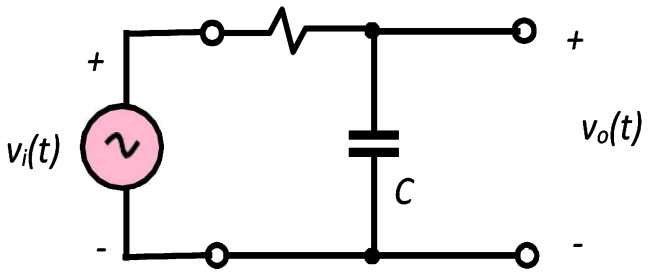
Temel ideal süzgeç Şekil12.24'te gösterildiği gibi bir alçak geçiren süzgeçtir. Bunun genlik karakteristiği $\omega=0$ ile $\omega=1/\tau$ arasında sabittir. Burada $\omega=1/\tau$ kesim frekansı veya köşe frekansı adını alır. Bu tür süzgeçe ideal alçak geçiren süzgeç denir. Uygulamada ideal süzgeci gerçeklemek mümkün değildir.



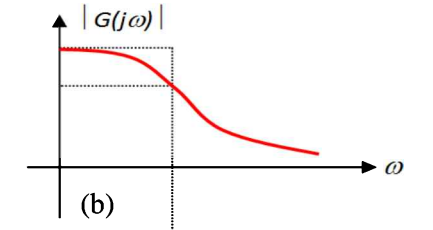
Şekil 12.24: İdeal Alçak Geçiren Süzgeç

Ancak, genlik karakteristiği ideale oldukça yakın bir süzgeç devresi yapmak mümkündür. Böyle bir süzgeç devresi ve karakteristiği Şekil 12.25'te gösterilmiştir. Bu süzgecin devre fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

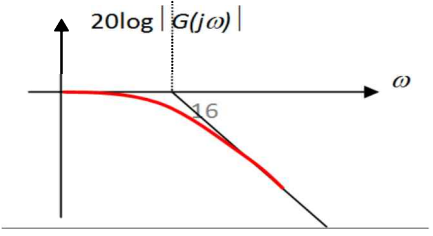
$$G(j\omega) = \frac{V_0(j\omega)}{V_i(j\omega)} = \frac{1}{1 + j\omega RC}$$



(a)



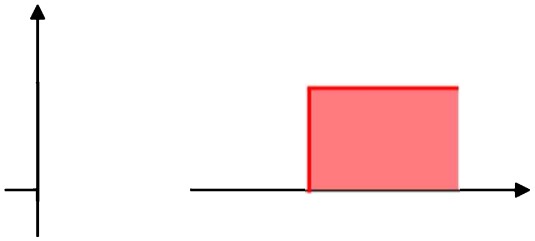
(b)



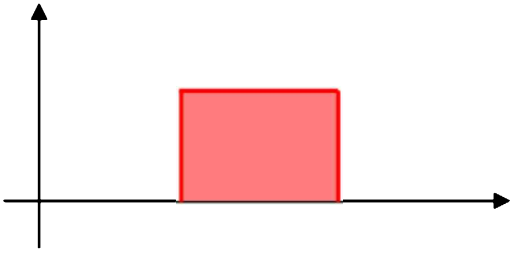
(c)

Şekil 12.25: (a) Alçak Geçiren Süzgeç Devresi,
(b) Devre Fonksiyonuna İlişkin Genlik,
(c) dB Olarak Genlik

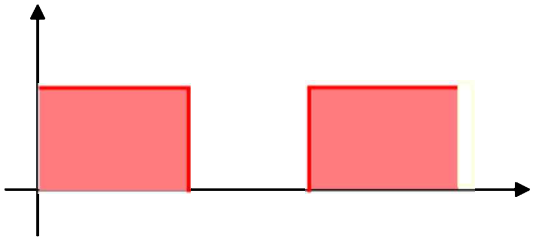
Yaygın olarak kullanılan diğer ideal süzgeç türleri Şekil 12.26'da gösterilmiştir. Bunlar yüksek geçiren süzgeç, band geçiren süzgeç, ve band durduran süzgeçtir. Burada ω_C , ω_{C1}veω_{C2} kesim frekanslarıdır.



(a) Yüksek Geçiren Süzgeç



(b) Band- geçiren süzgeç



(c) Band – durduran süzgeç

Şekil 12.26: İdeal Süzgeçler

XIII. BÖLÜM
BİLGİSAYAR DESTEKLİ TEKNİK ÇİZİM

Bölüm Yazarı: Dr. Aylin ÇELİK TURAN (MSc. Ph.D)

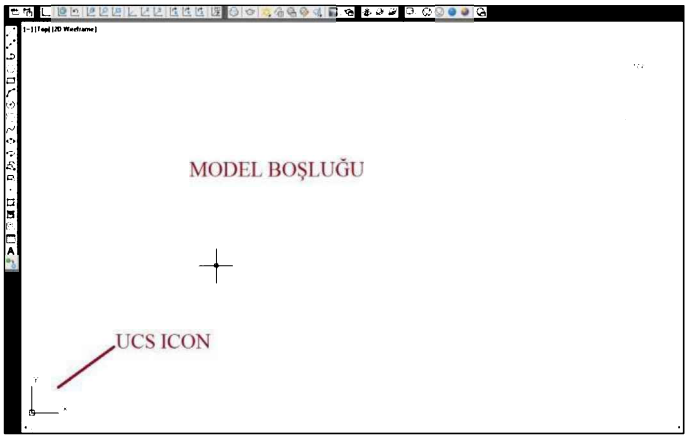
13.1 CAD-CAM Nedir?

CAD (Camputer Aided Design)'ın açılımı, Bilgisayar Destekli Tasarım'dır. CAM (Computer Aided Manifacture)'ın açılımı Bilgisayar Destekli İmalat'tır. Bu bölümde AutoCAD'de bir şaft parçasının 2 ve 3 boyutlu çizimi anlatılacaktır. Bu parça, AutoCAD'in 2014 versiyonu ile Bahçeşehir Üniversitesi Öğrenci Laboratuvarında çizilmiştir.

13.2 Autocad Arayüzünde Var Olan Araçlar

13.2.1 MODELSPACE – Model Boşluğu

Çizimin gerçekleştirildiği alana Modelspace (Model boşluğu) adı verilir. Model boşluğunun sol alt köşesinde x ve y eksenlerini gösteren UCS ICON (kullanıcı koordinat sistemi simgesi) adı verilen simge vardır. Bu simge o anda çizim yapılan koordinat sistemini gösterir.



Şekil 13.1: AutoCAD Çalışma Alanı

13.2.2 Ölçü Birimi

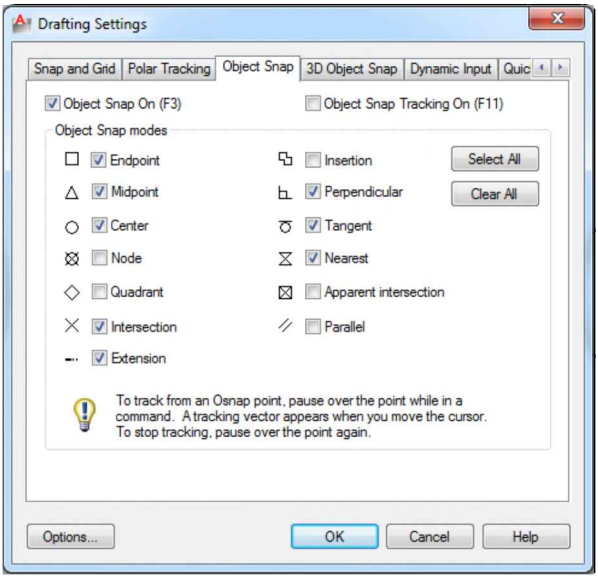
AutoCAD'de çizim, kağıt üzerindeki gibi ölçekli yapılmaz, 1=1 yapılır ve ölçek kağıda çıktı alırken verilir. Ancak AutoCAD çizim birimini ne olarak kabul ettiğimiz önemlidir. AutoCAD kağıt birimi mm (milimetredir). 1 çizim birimini (drawing unit) 1 cm kabul ettiğimizi var sayarsak, yani 1dwgUnit=1 cm, kapıları 100 birim, masa yüksekliklerini 75 birim gibi belirli kurallara göre çizime devam ederiz, her şeyi cm kabulüne göre çizeriz. Çıktı alınacağı zaman ölçekle hiç oynanmaz, AutoCAD birimi milimetre (mm) olduğu için her 1 cm çıktıda 1 mm gözükecektir.

13.2.3 OSNAP – Nesne Kenetleme

OSNAP ayarları ile çizim yapmaya çalıştığımız nesneleri birbirine kenetlemekteyiz. OSNAP ayarları Drawing Status Bar'ın içinde yer almaktadır.

Şekil 13.2: OSNAP Ayarlar

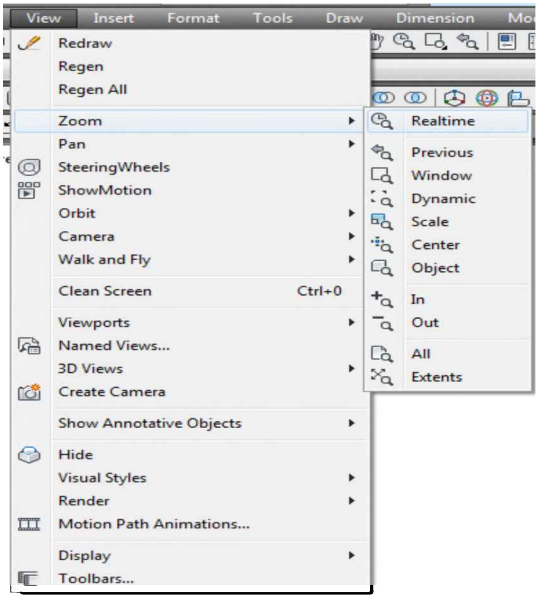
OSNAP ayarlarını değiştirmek için Drawing Status Bar'da yer alan OSNAP butonunun üzerinde sağ tuşu tıklayıp "settings" seçeneğini seçtiğimizde Drafting Settings kutucuğu (Şekil 13.3) gelir. Bu kutucuk, nesnelerin nerelerinden kenetleneceğimiz ile seçeneklerimizi işaretleyebiliriz (köşe noktası, orta noktası, merkezi, kesişim noktası, dik açı ile kesişim noktası, tangent vb.)



Şekil 13.3: Drafting Settings

13.2.4 Görüntü Kontrol Komutları

Ekrandaki büyüme ve küçülme görsel nitelikte olduğu için objelerin gerçek boyutları üzerinde etkili olmazlar. Bir objeye daha yakından veya uzaktan bakmak olarak da düşünülebilir. Görüntü Kontrol Komutları'na View Zoom araç çubuklarından ulaşılır.

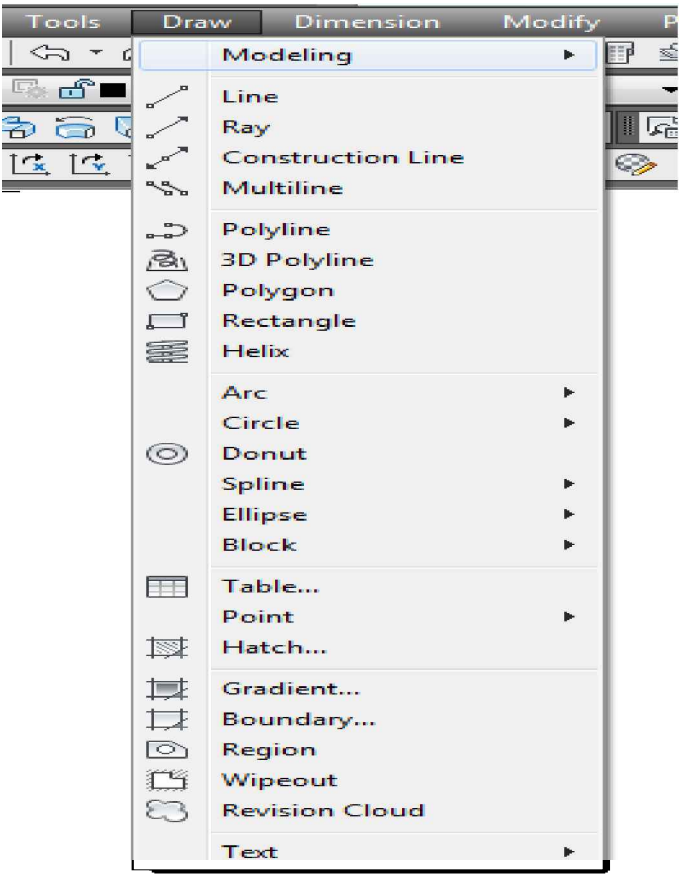


Şekil 13.4: Görüntü Kontrol Çubuğu

Realtime – objeye yakınlaştırır ve uzaklaştırır.
Previous – bir önceki görüntüye gider.
Window – pencere içerisine alınmış görüntüyü büyütür.
Scale – ölçekli zoom yapar. Vereceğimiz x katsayısı ile ekranı büyütür ve küçültür.
Center – Yakınlaşma gösterdiğimiz merkezi ekranın merkezine getirir.
Extents – Çizilen objelerin tamamını ekrana yayarak sıkıştırır.

13.2.5 DRAW – Çizim Komutları

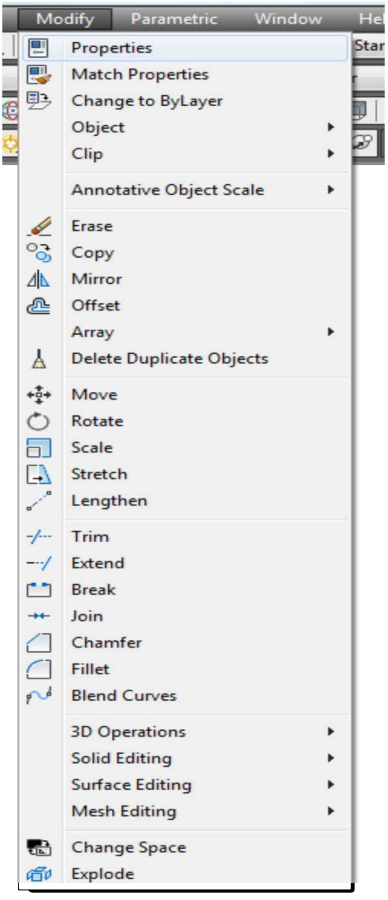
Draw araç çubuğu ile amaçlanan şekillerin çizimi yapılmaktadır (Şekil.5). Her çizginin veya eğrinin bir başlangıç ve bir bitiş noktası vardır. Çizimler bu noktaları takip ederek yapılır.



Şekil 13.5: Draw Araç Çubuğu

13.2. 6 MODIFY – Düzenleme Komutları

Çizimi yapılmış bir nesnenin düzenlenmesi MODIFY araç çubuğu ile yapılmaktadır (Şekil.6).



Şekil 13.6: Modify Araç Çubuğu

Erase– nesneleri siler.

Copy – nesneleri kopyalar.

Mirror – nesneleri simetrik kopyalar.

Offset – çizgileri paralel kopyalar.

Array – nesneleri dikdörtgen veya dairesel çoğaltır.

Move – nesneleri taşır.

Rotate – nesneleri açısal değer ile belirlenen merkezin etrafında çevirir.

Scale – nesneleri istenen oranda büyütür veya küçültür.

Strech – nesnelerin istenen kenarlarını uzatır.

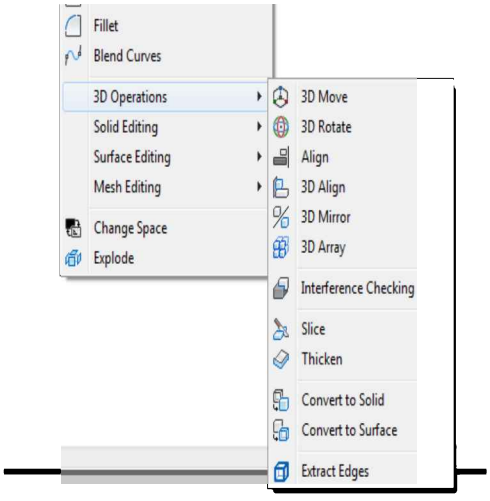
Trim – nesnelerin istenmeyen kenarlarını keser.

Extend – çizgileri uzatır. **Break** – çizgilerde boşluk açar. **Join** – çizgileri birleştirir.

Chamfer – köşeleri çizgi ile birleştirir.
Fillet – köşeleri yay ile birleştirir.

13.2.7 3D OPERATIONS

3D operations çubuğunda 3 boyutlu nesnelerin düzenlemesi yapılmaktadır. Düzenleme yapılırken Z eksenine dikkat edilmelidir.



Şekil 13.7: 3D Modify Sekmesi

3D Move – katı modeli taşır.

3D Rotate – katı modeli çevirir.

3D Align – katı modeli hizalar.

3D Mirror – katı modelin simetriğini kopyalar.

Union – katı modelleri birleştirir.

Substract – bir katı modelden diğer katı modeli çıkarır.

İntersect – iki katı modelin kesişimini çıkarır.

İmprint Edges – bir karı modelde köşe oluşturur.

Fillet edges – bir katı modelin köşesini yuvarlatır.

Chamfer edges – bir katı modelin köşesini kırar.

Copy edges – bir katı modeli kopyalar.

Extrude faces – bir katı modelin yüzeyini yükseltir.

Move faces – bir katı modelin bir yüzeyini taşır.

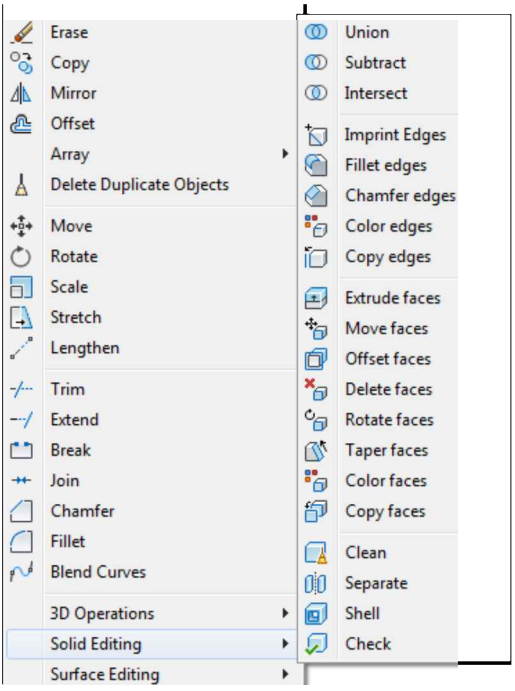
Offset facese – bir katı modelin yüzeyinin paralelini alır.

Delete faces – bir katı modlin yüzeyini siler.

Rotate facese – bir katı modelin yüzeyini çevirir.

Taper faces – bir katı modelin bir köşesinin uzantısını değiştirir.

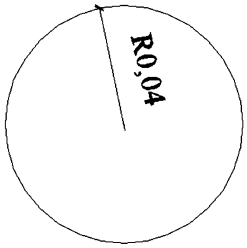
Separete – bir katı modeli ikiye böler.



Şekil 13.8: Katı Modellerin Düzenlenmesi

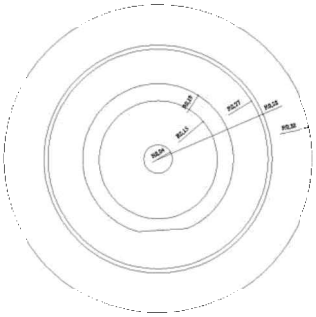
13.3 Bir Şaftın 2B ve 3B Çizim Uygulaması

Bir çizime başlamadan önce gidiş yolumuzu tasarlamamız gerekmektedir. Resim 1'de görülen şaft'ın en üst parçasından çizmeye başlayabiliriz. Konunun anlaşılması için model önce 2 boyutlu, daha sonra 3 boyutluya dönüştürülecektir.

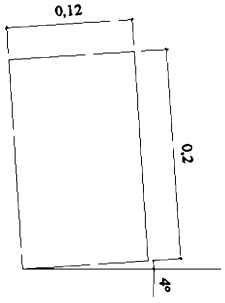


Merkezden çizmeye başlayalım;

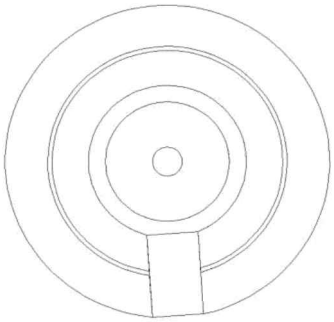
Draw – Circle – Center, Radius sekmesinden yarıçapı 4 mm olan bir daire çiziyoruz.



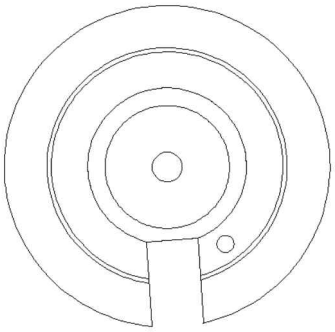
Aynı merkezden yarıçapı 15 mm, 19 mm, 27 mm, 28 mm ve 38 mm yarıçapında daireler çiziyoruz. Yandaki şekli elde ediyoruz.



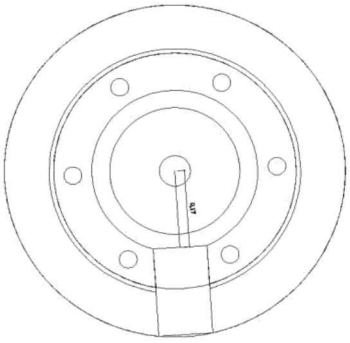
12x20 mm ölçülerinde 4° açı ile Draw-Polyline ile dik dörtgen çiziyoruz. Dik dörtgenin üst kenarını 17 mm offset komutu ile paralelini alıyoruz. Orta noktalarından bir çizgi çizdikten sonra üst çizgiyi siliyoruz.



Şekilde görüldüğü gibi Move komutu ile dikdörtgen parçasını çizginin üst noktasından tutarak merkeze taşıyoruz.



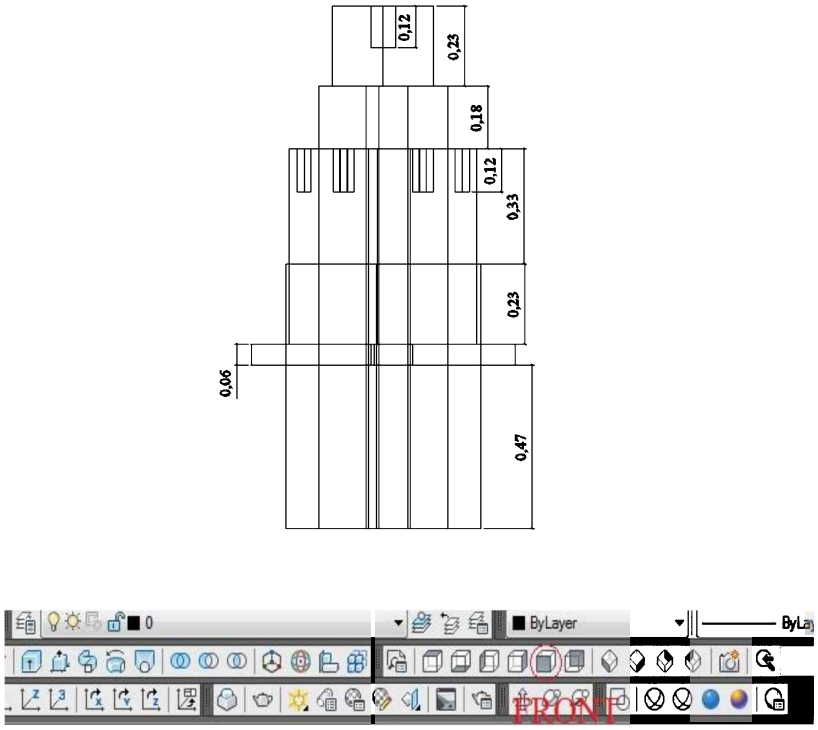
Fazla olan çizgileri Trim komutu iletemizleriz ve yandaki şekli elde ederiz.



Yarıçapı 2 mm olan bir daire çiziyoruz ve 4. dairenin içine yerleştiriyoruz

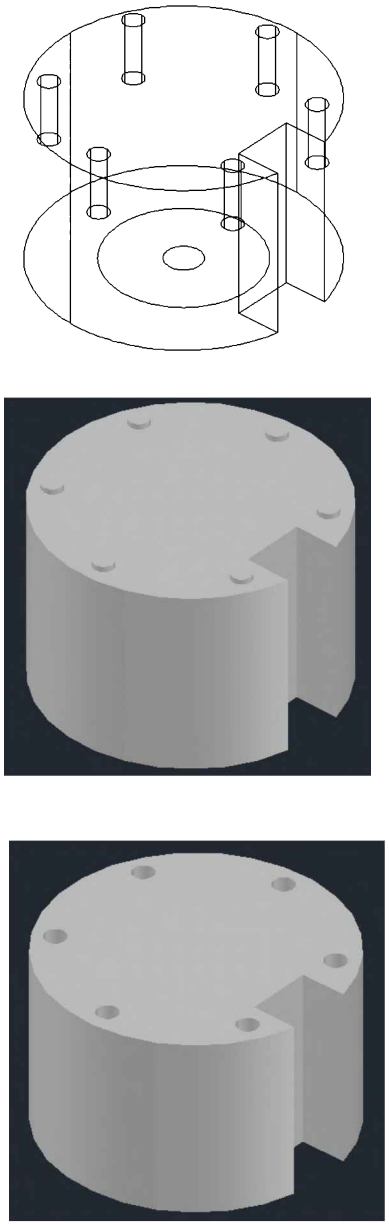
Modify-Array_Polar Array komutu seçilir. Önce çoğaltılacak obje seçilir, daha sonra merkez noktası işaretlenir. Obje sayısı (bu çizimde 6 adet) yazılır ve onaylandıktan sonra açı değeri $360^{o)}$ girilir. ENTER tuşuna basılarak yandaki şekil elde edilir.

Aşağıda önden görünüşü verilmiş olan şaft parçasının oluşturmak için son yapılacak işlem yüzeyleri Extrude komutu ile yükseltmektir. Bu komutun çalışabilmesi için çizgilerin bütün olması gerekmektedir. Yükseltilen parçaların doğru yerleşimini Front görüntüsünden kontrol edilir (Şekil 13.9)



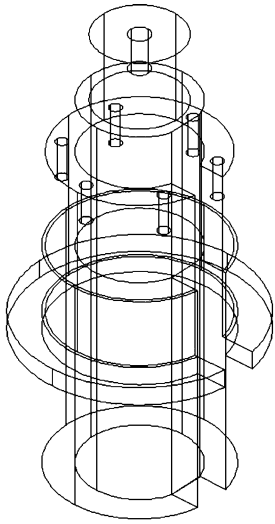
Şekil 13.9: 3 Boyutlu Görüntü Seçenekleri

Bir katı modelde boşluk oluşturmak için Subtract komutu kullanılır. Önce obje tıklanır, daha sonra çıkartılacak parça tıklandığında aşağıdaki şekil elde edilir.



Şekil 13.10: Boşluk Oluşturma

Ön görünüşte yer alan yükseklik değerlerini verdikten sonra aşağıdaki şekil ortaya çıkar



Şekil 13.11: Şaft'ın Resim Görüntüsü

XIV. BÖLÜM
DEĞERLENDİRMELER VE TABLOLAR

Bölüm Yazarı: Prof. Dr. M. Oktay ALNIAK

Değerli okurlarım, öğrencilerim;

Buraya kadar ne yazılmış ve hesaplanmışsa benim ve arkadaşlarımın çalışmalarıdır. Çalışmamızın artıları olduğu gibi eksileri de vardır.

Dikkat ederseniz "5 M + 2 E Manufuture" dediğim özet geleceğin "makine, mekanik, mekatronik, malzeme, imalat (manufacturing) ve elektrik, elektronik" konularını içerir. Meslek hayatımda makine yüksek mühendisi olarak çalıştım. Bunlar mesleğimin temel bilgileridir. Öğretim üyeliği yaptığım bu konulardaki bilgimi size iletmek istedim. Bir kişi bu bilgileri okur ve faydalanırsa kendimi mutlu hissedeceğim. İki kişi okur ve faydalı işler yaparlarsa daha çok mutlu olurum. Merak etmeyin, bu bilgileri bin kişi okudu... Bu çalışmamda elektrik, elektronik ve bilgisayarla üç boyutlu "3D" çizim konularında bir noksanlık hissettim. Değerli arakadaşlarımdan rica ettim. Kitabın formatına göre bir hazırlık yapıldı. Bilgilerinize sunuldu. Her üçü de yıllardır beraber çalışmış olduğum değerli bilim arkadaşlarımızdır. Kendilerine teşekkür ederim. Kitabımız da böylece biraz daha elektro teknik ve mekatronik kapsam kazandı. Mekatronik bölümünde okuyanlar bu kitaptan daha çok faydalanabilirler.

Bu bilgileri kazanmış olan öğrencilerimiz ve okurlarımız mekanik, mekatronik, malzeme alanlarında teknik konularda oldukça bilgi kazanmış sayılırlar. Bu konulara hakim olursanız hayatta fark edilirsiniz. Mesleğinizde faydalı olursunuz. Ekmeğinizi hak edersiniz. Bilim temeli kuvvetli olanlar görevlerini kendilerinden daha emin olarak yaparlar. Topluma ve ailelerine daha yararlı olurlar. İşte bilgi…

Öğrenmek sizin elinizdedir. Başarılar dilerim. M. Oktay ALNIAK, 28.12.2014, Revize: 9.11.2016 / Tuzla

SONSÖZ

Bu kitap çok sade bir çalışma görülüyor. Bu çalışmaya 2008 yılında problemler kitabı olarak başlamıştım. Bu kitaptaki problemleri kendi deneyimlerimle tasarlamaya basit, anlaşılır ve özgün olmasına dikkat ettim. Bilahare kitabın kapsamını genişlettim. Bölüm yazarı arkadaşlarıma kitapta yer almalarını önerdim. Onlar da çalışmama katkı sağladılar. Hazırladıkları problemlerde aynı yazım kurallarına uydular. Bu çalışma gönüllülük esasıyla meydana getirilmiştir.

1962 yılından beri çalışıyorum. Hayatta yaptığım işler içinde bu kitap size en faydalı olanıdır. Bu kitaptan bana teşekkür ve hayır duası gelir. Bu kitabı bilenler girdikleri sınavları kazanırlar, tekniğe yatkın ve kendilerinden emin olurlar. İşte bu sebepten bu kitap beni güzel temsil ediyor ve ben bu çalışmayı seviyorum... İşini severek yapanlar güzel iş yaparlar.

Bu çalışma ilim ve fen için bir uygulama kitabı olarak kabul edilebilir. Biz ilim ve fenni takip ediyoruz. Bu bakımdan teknolojik hayatımıza bir fayda sağladığımız düşünülebilir. Yararlanılan kaynaklar ilgili bölümlerde verilmiştir. Çalışmamız etik kurallara uygun, güzel bir işbirliği örneği olmuştur. Katkı sağlayan değerli arkadaşlarımıza tekrar teşekkür ederim. Bir teşekkürün az olduğunun takdirindeyim. Son altı yıllık bu çalışmamızda uluslararası normlara uyulması için gayret gösterilmiştir. Bu kitapta adı geçen bölüm yazarları mesleklerinde temayüz etmiş örneklerdir. Kitabın redaksiyonuna katkıları nedeniyle bilhassa Yük. Müh. Abdi KORKMAZ'a, Bölüm yazarları Yük. Müh. Aylin Çelik TURAN'a, Yrd. Doç. Dr. İnci ZAİM'e ve Doç. Dr. Sedat NAZLIBİLEK'e tekrar teşekkür ederim. Kitabın okurlara faydalı olmasını dilerim.

Sonuç olarak; bu kitap bir kişinin sınavlardan başarılı olmasını ve işe girmesini sağlarsa, öğrencilerimizi cehaletten kurtarırsa, kazalardan korursa,hayatımıza olumlu bir katma değer sağlarsa kendimi mutlu hissedeceğim. Böyle bir kitap bence gerekliydi! Bu kitabı bilenler önemli işler başarırlar...

Mühendis, teknik öğretmen, meslek yüksek okulu mezunu öğrencilerime, bu kitabı okuyan ve okutan öğretmenlerime ve sayın okurlarıma kalpten teşekkürlerimi, sevgilerimi sunarım. Başarılar dilerim.

M. Oktay ALNIAK, 22.02.2016 TUZLA / İSTANBUL
Revize: 9.11.2016

BİYOGRAFİ

Prof. Dr. (E.) General Mustafa Oktay ALNIAK

Kişisel Bilgiler: Nüfusa kayıtlı olduğu yer: Yalvaç / Isparta. Doğum Tarihi: 09.08.1943

Eğitim: 1962 yılında Kara Harp Okulu'ndan subay olarak mezun oldu. 1971 yılında Ege Üniversitesi'nde Makina Mühendisliği öğrenimini tamamladı. 1978 yılında İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadı Enstitüsü'nde İşletmecilik İhtisası yaptı. 1981 yılında Boğaziçi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nde Yüksek Lisans (Master) eğitimini tamamladı.1986-1987 yıllarında Kanada'da National Research Council'de, süper alaşımların davranışları konusunda araştırma yaptı.1983-1990 yıllarında Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde doktora öğrenimini tamamladı. 1994 yılında doçent, 2002 yılında profesör oldu.

Akademik Görevler: 1981 yılından itibaren Kara Harp Okulu'nda Teknik Bölüm Başkanlığı, Gazi Üniversitesi'nde ve Süleyman Demirel Üniversitesi'nde Öğretim Üyeliği, Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi'nde Mühendislik Fakültesi Dekanlığı görevlerinde bulundu. Türk Silahlı Kuvvetleri'nde Kara Harp Okulu'nda Öğretim Üyeliği, MSB'de Albay rütbesiyle Savunma Sanayii Dış İlişkiler D. Başkanlığı, Tuğgeneral rütbesiyle Teknik Hizmetler D. Başkanlığı ve Dış Tedarik D. Başkanlığı görevlerinde bulundu. 2001 yılında TSK'dan emekli oldu. SDÜ'de Profesör olarak tekrar devlet hizmetine girdi. 2003 yılında Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi'ndeki Dekanlık görevini müteakip, 2004-2015 yılları arasında Bahçeşehir Üniversitesi'nde Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü, Teknopark kurucusu, BAU PARK Direktörü ve öğretim üyesi olarak görev yaptı. 2015/2016 öğretim yılında Piri Reis Üniversitesi'nde göreve başladı.

Bilimsel Ödüller: 1993 yılında TÜBİTAK Hüsamettin TUĞAÇ Vakfı Araştırma Birincilik Ödülüne, 1995 yılında İMED, "Bilim ve Teknolojiye Katkıda Üstün Başarı" Ödülüne, 1999 yılında İstanbul Üniversitesi ve Dünya Gazetesince "Yılın İşletmecileri" Ödülüne, İleri Teknolojiler Çalıştayı 2011 yılı "Onur Ödülüne ve 2012 yılı "Bilim Üstün Hizmet Ödülüne" layık görülmüştür.

Yayınlar: Mühendislik malzemelerinin yüksek sıcaklıkta deformasyonu, toz metalürjisi süper alaşımlarının davranışları, savunma sanayii ve endüstriyel stratejiler, tedarik ve proje yönetimi konularında uluslararası platformlarda makaleleri vardır.

Kitapları: Savunma Sanayii ve Tedarik, 2001, Genkur Yayınevi; İnsan Hakları ve Avrupa Birliği 2006, Turk Yayınevi; Türkiye ve Batı'da İnsan Hakları, 2006, Pelikan Yayınevi; Değerlerimiz ve Türkiye 2009, Yeniyüzyıl Yayınevi; Proje Yönetimi 2011, Beta Yayınevi; Tedarik Zinciri ve Satın alma Yönetimi 2011, Papatya Yayınevi; Bir Yaşam Tarzı, 2013, Cinius Yayınevi.

Editör Olduğu Kitaplar: 2006, 2007, 2009 yıllarında yapılan Ulusal Hidrojen Enerjisi Kongreleri Bildiri Kitapları'nın ve 2010, 2011, 2012 ve 2014 yıllarında yapılan İleri Teknolojiler Çalıştayı Bildiri Kitaplarının editörüdür.

Faaliyetler ve Üyelikler: Uluslararası işbirliği projelerinde yöneticilik yapmıştır. TAEK Bilim Kurulu Üyeliği, TSE Bilim Kurulu Üyeliği, Mühendislik Dekanlar Konseyi Üyeliği, NATO CALS Üyeliği görevlerinde bulunmuştur. Makine Mühendisleri Odası üyesidir. Bilgeadamlar Stratejik Araştırma Merkezi İcra Kurulu üyesidir. Hidrojen Enerjisi Kongreleri ile İleri Teknolojiler Çalıştayı faaliyetlerine Başkanlık yapmıştır. Yazar M. Oktay ALNIAK kırk yıl Türk Silahlı Kuvvetleri'ne hizmeti müteakip emekli olmuştur.

Özel Değerlendirme: Prof. Dr. Oktay ALNIAK eşi, iki evladı, ülke güvenliğine ve kalkınmasına katkıda bulunan; subay, mühendis, teknik öğretmen ve öğrencileri ile onur duyar. 22.02.2016 Sarıyer / İSTANBUL

İMALAT HESABI FORMÜLLERİ HAKKINDA AÇIKLAMA

Bahçeşehir Üniversitesi'nde imalat (manufacturing) dersiyle ilgili öğrencilerimin hazırlamış oldukları Formülasyon Tablosu ektedir. Bu tablodaki formüller kitap içerisinde kullanılmıştır. Günümüzde teknoloji sınır tanımıyor, dil evrensel bir teknoloji iletişim aracı olarak çok etkin. Bu çalışmayı Türkçeye tercüme etmeden, meraklı olanların faydalanmasına sunuyorum. Öğrencilerim güzel çalışma yapmışlar. Kendilerini tebrik ederim. Böylece kitabımıza bir EK koymuş olduk. Öğrencilerimin isimlerini burada görmekten çok memnunum. Güzel bir kitapta yer aldılar. Talaşlı imalat kesme resimleri ne kadar güzel çizilmiş. Bizim de böyle güzel çizimler ve güzel kitaplar hazırlamamız gerekir. Değerli öğrencilerimi kutlarım. Yardımlarınız takdirle karşılanmıştır. Sizin ilginiz ve yardımınız olmadan bu kitap meydana gelemezdi.

M. Oktay ALNIAK 07.05.2015

İmalat Usulleri Hakkında Açıklama: Torna ve freze gibi makineler malzemelerin kesilmesinde kullanılır, talaş kaldırılarak yapılan bu işleme talaşlı imalat denir. Bu cins makineler takım tezgahı olarak isimlendirilir. Klasik takım tezgahlarından, bilgisayarlı takım tezgahlarına gelişme sağlanmıştır. İmalat işlemleri bilgisayarda tasarlanır, hesaplanır ve makineye imalat emri verilir. CNC nümerik kontrollü makineler çok küçük toleranslar ile makine parçası imalat özelliklerine sahiptirler. Bu bölümde imalat işlemleri ile ilgili formüller verilmektedir. Bu formüller ile imalat hesaplamaları yapılır. Yabancı dilinizi geliştirmeniz tavsiye edilir. Teknik personelin malzeme seçimi, tasarımı ve imalatı ile ilgili yabancı literatürü takip edebilmesi faydalıdır.

Bu kitapta EK-A ve EK-B de verilen tablolar uluslararası standartlara en uygun olan tablolardır. Bu tablolar tasarım ve imalatla uğraşan okurlara esaslı bir teknik literatür ve alt yapı imkanı sağlamaktadır.

EK-A

"MANUFUTURE"

İMAL USULLERİ ÖĞRETMENLERİ İÇİN BİLGİ NOTU, FORMÜLASYON VE TABLOLAR

Formulary for Manufacturing Processes*

MCH2006
Submitted to Prof. Dr. M.Oktay ALNIAK

prepared by

Yusuf	AYKAÇ
Ali	CEYLAN
Ceren	ÇETİN
Merve	GENCER
Gülbin	GÜLBAHAR
Cem	ÖZÜ
Seda	ŞAHİN
Sinem	SARPER
Dorukhan	US
Gizem	VOLKAN

ISTANBUL, January 2012

*E. Paul Degarmo, J T. Black, "Materials and Processes in Manufacturing,Wiley International Edition, 2003

Contents

Ductility and Brittleness.....423

True Stress True Strain.....423

True Natural or Logarithmic Strain.....423

Elastic Modulus.....424

Modulus of Rigidity.....424

Development of a Grain Structure.....424

Ceramics for Mechanical Applications: The Structural and Advanced Ceramics.....425

Flank Wear.....425

Economics of Machining.....426

Fundamentals of Turning, Boring, and Facing Turning.....427

Boring.....428

Properties of Materials

Ductility and Brittleness

percent reduction in area, R.A.	$R.A = \frac{A_0 - A_f}{A_0} \times 100\%$	A_0: the original cross-sectional area A_f: the smallest area in the necked region

True Stress True Strain

true stress, σ	$\sigma = \frac{W}{A}$	W : force / load A : actual area
true strain, ε	$\varepsilon = \frac{L - L_0}{L_0}$	L : length L_o: original length

True Natural or Logarithmic Strain

the equality makes use of the relationship for cylindrical specimens.	$\int_{L_0}^{L_i} = \ln\frac{L}{L_0} = 2 \ln \frac{D_0}{D}$ $\frac{L}{L_0} = \frac{A_0}{A} = \frac{D_0^2}{D^2}$	L : length L_0: original length

Elastic Modulus

elastic modulus, E	$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$	o : stress ε :strain

Modulus of Rigidity

shear stress, τ	$\tau = \frac{G\,r\,q}{L_0}$	r : the radius of the specimen L_0: the gage length q : the angular twist in radians G : the shear modulus or modulus of rigidity

Nature of Metals and Alloys

Development of a Grain Structure

number of grains per square inch visible in a prepared specimen at 100X magnification, N	$N = 2^{n-1}$	n : the ASTM grain size number

Nonmetallic Materials: Plastics, Elastomers, Ceramics, and Composites

Ceramics for Mechanical Applications: The Structural and Advanced Ceramics

fracture toughness, K	$K = \alpha\ \sigma\ (\pi\alpha)^{1/2}$	α : dimensionless geometric factor o : the applied stress π : the square root of the number α : the size of the most critical flow

Cutting Tools for Machining

Flank Wear

C : constant	$VT^n = C$ (for a tool life of 1min, C = V)	V : cutting speed T : tool life	rpm min
K' : constant	$VT^nF^md^P = K'$ (n , m , p : exponents) $T = \frac{K^{t/n}}{V^{t/n}} = \frac{K}{V^m}$	T depends on speed K : a random variable that represents the effects of all unmeasured factors and is an input variable	

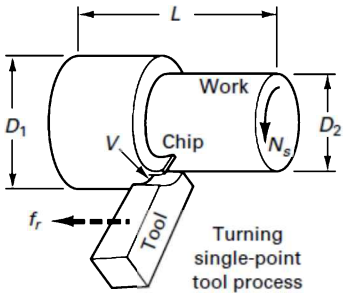
Economics of Machining

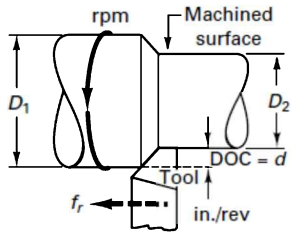
total cost per piece, C	$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$ $C_1 = T_m \times C_0$ $C_2 = (Tm/T)C_t$ $C_3 = t_c \times C_0 (Tm/T)$ $\frac{T_m}{T}$: number of tool changes per piece $T_m = L/N_f = \pi DL/12Vf$	C_1 : machining cost per piece C_2 : tooling cost per piece C_3 : tool-changing cost per piece C_4 : handling cost per piece C_0: operating cost C_t : initial cost of tool	$ $ $ $ $/min $

Cutting speed For minimum cost/piece, V_m	$T = (K/V)^{1/n}$ (K: constant) $C = \frac{L\pi DC_0}{12Vf_r} + \frac{C_t V^{1/n}}{K^{1/n}} + \frac{t_c C_0 V^{1/n}}{K^{1/n}} + C_4$ to find the minimum, take dc/dv = 0 and solve for V $V_m = (1/n - 1)\left(\frac{C_t + (C_0 \times t_c)}{C_0}\right)$	T : tool life T_m : cutting time V : cutting speed	min/tool min/piece sfpm

Turning and Boring Processes

Fundamentals of Turning, Boring, and FacingTurning





the depth of cut, d	$d = DOC = \frac{D_1 - D_2}{2}$	d	in.
necessary rpm of the rotating workpiece, N_s	$N_s = \frac{12V}{\pi D_1}$ (the factor 12 is used to Convert feet to inches)	L: length of cut V : cutting speed	in. rpm
cutting time, T_m	$T_m = \frac{L + A}{f_r N_s}$		in./rev
metal removal rate, MRR	$MRR = \frac{\text{volume removed}}{\text{time}}$ $= \frac{(\pi D_1^2 - \pi D_2^2)L}{4L/f_r N}$ $MRR = 12Vf_r \frac{D_1^2 - D_2^2}{4D_1}$ $d = \frac{D_1 - D_2}{2}$ and $\frac{D_1 - D_2}{2D_1} = 1$ $MRR = 12Vf_r d$	f_r: feed A : overrun allowance for small d	 in.^{3}/min

Boring

cutting time, T_m	$T_m = \frac{L+A}{f_r N_s}$ $N_s = \frac{12V}{\pi D_1}$	d: depth of cut L : length of cut N_s : necessary rpm of the rotating workpiece V: cutting speed f_r: feed A : overrun allowance D_1 : diameter of bore D_2 : original hole diameter	in. in. rpm feet/min. in./min
metal removal rate, MRR	MRR ; $= \frac{L(\pi D_1^2 - \pi D_2^2)}{L/f_r N}$ $MRR = 12Vf_r d$		$in.^3/min$ $in.^3/min$

* Referance: E. Paul Degarmo, J T. Black, "Materials and Processes in Manufacturing,Wiley International Edition, 2003

EK-B

MEKATRONİK ve MAKİNE TASARIMI İÇİN FAYDALI MALZEME ÖZELLİKLERİ BİLGİLERİ

MÜHENDİSLİK MALZEME TABLOLARI*

Bu tablolar makine ve mekatronik konularında tasarıma ve malzeme seçimine meraklı olan okurlar için faydalıdır.Bu bilgiler olmadan mukavemet, makine ve mekatronik elemanları problemi çözülmez.
Bu tabloları kullanabilenler makine, mekatronik ve malzeme konusunda faydalı bilgiler kazanmış olurlar. **M. Oktay ALNIAK**

**** References:*** *These tables are provided from Robert L. Norton, Machine Design 2006, Pearson education Inc.*

"PHYSICAL AND MECHANICAL MATERIAL PROPERTIES"
"MALZEMENİN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ"

Contents

C-1 Physical Properties of Some Engineering Materials.....431

C-2 Mechanical Properties for Some Wrought-Aluminum Alloys.....432

C-3 Mechanical Properties for Some Aluminum Casting Alloys.....432

C-4 Mechanical Properties for Some Wrought-and Cast-Copper Alloys.....433

C-5 Mechanical Properties for Some Titanium Alloys.....434

C-6 Mechanical Properties for Some Magnesium Alloys.....435

C-7 Mechanical Properties for Some Cast-Iron Alloys.....436

C-8 Mechanical Properties for Some Stainless Steel Alloys.....437

C-9 Mechanical Properties for Some Carbon Steels.....438

C-10 Mechanical Properties for Some Alloy and Tool Steels.....439

C-11 Mechanical Properties of Some Engineering Plastics.....440

Table C-1 Physical Properties of Some Engineering Materials

Data from Various Sources.* These Properties Are Essentially Similar for All Alloys of the Particular Material

Material	Modulus of Elasticity E		Modulus of Rigidity G		Poisson's Ratio ν	Weight Density γ	Mass Density ρ	Specific Gravity
	Mpsi	GPa	Mpsi	GPa		lb/in^3	Mg/m^3	
Aluminum Alloys	10.4	71.7	3.9	26.8	0.34	0.10	2.8	2.8
Beryllium Copper	18.5	127.6	7.2	49.4	0.29	0.30	8.3	8.3
Brass, Bronze	16.0	110.3	6.0	41.5	0.33	0.31	8.6	8.6
Copper	17.5	120.7	6.5	44.7	0.35	0.32	8.9	8.9
Iron, Cast, Gray	15.0	103.4	5.9	40.4	0.28	0.26	7.2	7.2
Iron, Cast, Ductile	24.5	168.9	9.4	65.0	0.30	0.25	6.9	6.9
Iron, Cast, Malleable	25.0	172.4	9.6	66.3	0.30	0.26	7.3	7.3
Magnesium Alloys	6.5	44.8	2.4	16.8	0.33	0.07	1.8	1.8
Nickel Alloys	30.0	206.8	11.5	79.6	0.30	0.30	8.3	8.3
Steel, Carbon	30.0	206.8	11.7	80.8	0.28	0.28	7.8	7.8
Steel, Alloys	30.0	206.8	11.7	80.8	0.28	0.28	7.8	7.8
Steel, Stainless	27.5	189.6	10.7	74.1	0.28	0.28	7.8	7.8
Titanium Alloys	16.5	113.8	6.2	42.4	0.34	0.16	4.4	4.4
Zinc Alloys	12.0	82.7	4.5	31.1	0.33	0.24	6.6	6.6

* *Properties of Some Metals and Alloys*, International Nickel Co., Inc., N.Y.; *Metals Handbook*, American Society for Metals, Materials Park, Ohio.

Table C-2 Mechanical Properties for Some Wrought-Aluminum Alloys

Data from Various Sources.* Approximate Values. Consult Material Manufacturers for More Accurate Information

Wrought-Aluminum Alloy	Condition	Tensile Yield Strength (0.2% offset)		Ultimate Tensile Strength		Fatigue Strength at 5E8 cycles		Elongation over 2 in	Brinell Hardness
		kpsi	MPa	kpsi	MPa	kpsi	MPa	%	-HB
1100	sheet annealed	5	34	13	90			35	23
	cold rolled	22	152	24	165			5	44
2024	sheet annealed	11	76	26	179			20	-
	heat treated	42	290	64	441	20	138	19	-
3003	sheet annealed	6	41	16	110			30	28
	cold rolled	27	186	29	200			4	55
5052	sheet annealed	13	90	28	193			25	47
	cold rolled	37	255	42	290			7	77
6061	sheet annealed	8	55	18	124			25	30
	heat treated	40	276	45	310	14	97	12	95
7075	bar annealed	15	103	33	228			16	60
	heat treated	73	503	83	572	14	97	11	150

* *Properties of Some Metals and Alloys*, International Nickel Co., Inc., N.Y.; *Metals Handbook*, American Society for Metals, Materials Park, Ohio.

Table C-3 Mechanical Properties for Some Aluminum Casting Alloys

Data from INCO.* Approximate Values. Consult Material Manufacturers for More Accurate Information

Aluminum Casting Alloy	Condition	Tensile Yield Strength (0.2% offset)		Ultimate Tensile Strength		Elongation over 2 in	Brinell Hardness
		kpsi	MPa	kpsi	MPa	%	-HB
43	permanent mold casting—as cast	9	62	23	159	10	45
195	sand casting—as cast	24	165	36	248	5	-
220	sand casting—solution heat treated	26	179	48	331	16	75
380	die casting—as cast	24	165	48	331	3	-
A132	permanent mold casting—heat treated + 340°F	43	296	47	324	0.5	125
A142	sand casting—heat treated + 650°F	30	207	32	221	0.5	85

* *Properties of Some Metals and Alloys*, International Nickel Co., Inc., New York.

C-4 Mechanical Properties for Some Wrought-and Cast-Copper Alloys

Copper Alloy	Condition	Tensile Yield Strength (0,2 % offset)		Ultimate Tensile Strength		Elongation over 2 in	Brinell or Rockwell
		kpsi	MPa	kpsi	MPa	%	Hardness
CA110-Pure Copper	strip annealed	10	69	32	221	45	40 HRI
	spring temper	50	345	55	379	4	60 HRB
CA170-Beryllium Copper	strip annealed plus age	145	1000	165	1138	7	35 HRC
	hard plus age	170	1172	190	1310	3	40 HRC
CA220-Commercial Bronze	strip annealed	10	69	37	255	45	53 HRF
	spring temper	62	427	72	496	3	78 HRB
CA230-Red Brass	strip annealed	15	103	40	276	50	50 HB
	hard temper	60	414	75	517	7	135 HB
CA260-Cartridge Brass	strip annealed	11	76	44	303	66	54 HRF
	spring temper	65	448	94	648	3	91 HRB
CA270-Yellow Brass	strip annealed	14	97	46	317	65	58 HRF
	spring temper	62	427	91	627	30	90 HRB
CA510-Phosphor Bronze	annealed	19	131	47	324	64	73 HRF
	spring temper	80	552	100	689	4	95 HRB
CA614-Aluminum Bronze	soft	45	310	82	565	40	84 HRB
	hard	60	414	89	614	32	87 HRB
CA655-High Silicon Bronze	annealed	21	145	56	386	63	76 HRF
	spring temper	62	427	110	758	4	97 HRB
CA675-Manganese Bronze	soft	30	207	65	448	33	65 HRB
	half-hard	60	414	84	579	19	90 HRB
Leaded-Tin Bronze	as cast	19	131	34	234	18	60 HB
Nickel-Tin Bronze	as cast	20	138	50	345	40	85 HB
	cast and heat treated	55	379	85	586	10	180 HB

Table C-5 Mechanical Properties for Some Titanium Alloys

Data from INCO.* Approximate Values. Consult Material Manufacturers for More Accurate Information

Titanium Alloy	Condition	Tensile Yield Strength (0.2% offset)		Ultimate Tensile Strength		Elongation over 2 in	Brinell or Rockwell Hardness
		kpsi	MPa	kpsi	MPa	%	
Ti-35A	sheet annealed	30	207	40	276	30	135HB
Ti-50A	sheet annealed	45	310	55	379	25	215HB
Ti-75A	sheet annealed	75	517	85	586	18	245HB
Ti-0.2Pd Alloy	sheet annealed	45	310	55	379	25	215HB
Ti-5 Al-2.5 Sn Alloy	annealed	125	862	135	931	13	39HRC
Ti-8 Al-1 Mo-1 V Alloy	sheet annealed	130	896	140	965	13	39HRC
Ti-8 Al-2 Sn-4 Zr-2 Mo Alloy	bar annealed	130	896	140	965	15	39HRC
Ti-8 Al-6 V-2 Sn Alloy	sheet annealed	155	1 069	165	1 138	12	41HRC
Ti-6 Al-4 V Alloy	sheet annealed	130	896	140	13	2.5	39HRC
Ti-6 Al-4 V Alloy	heat treated	165	1 138	175	1 207	12	-
T1-13 V-11 Cr-3 Al Alloy	sheet annealed	130	896	135	931	13	37HRC
T1-13 V-11 Cr-3 Al Alloy	heat treated	170	1 172	180	1 241	6	-

* *Properties of Some Metals and Alloys*, International Nickel Co., Inc., New York.

Table C-6 Mechanical Properties for Some Magnesium Alloys

Data from INCO.* Approximate Values. Consult Material Manufacturers for More Accurate Information

Magnesium Alloy	Condition	Tensile Yield Strength (0.2% offset)		Ultimate Tensile Strength		Elongation over 2 in	Brinell or Rockwell Hardness
		kpsi	MPa	kpsi	MPa	%	
AZ 31B	sheet annealed	22	152	37	255	21	56HB
	hard sheet	32	221	42	290	15	73HB
AZ 80A	as forged	33	228	48	331	11	69HB
	forged and aged	36	248	50	345	6	72HB
AZ91A & AZ91B	die cast	22	152	33	228	3	63HB
AZ91C	as cast	14	97	24	165	2.5	60HB
	cast, solution treated and aged	19	131	40	276	5	70HB
AZ92A	as cast	14	97	25	172	2	65HB
	cast, solution treated	14	97	40	276	10	63HB
	cast, solution treated and aged	22	152	40	276	3	81HB
EZ33A	cast and aged	16	110	23	159	3	50HB
HK31A	strain hardened	29	200	37	255	8	68HB
	cast and heat treated	15	103	32	221	8	66HRB
HZ32A	cast - solution treated and aged	13	90	27	186	4	55HB
ZK60A	as extruded	38	262	49	338	14	75HB
	extruded and aged	44	303	53	365	11	82HB

* *Properties of Some Metals and Alloys*, International Nickel Co., Inc., New York.

Table C-7 Mechanical Properties for Some Cast-Iron Alloys

Data from Various Sources.* Approximate Values. Consult Material Manufacturers for More Accurate Information

Cast Iron Alloy	Condition	Tensile Yield Strength (0.2% offset)		Ultimate Tensile Strength		Compressive Strength		Brinell Hardness
		kpsi	MPa	kpsi	MPa	kpsi	MPa	-HB
Gray Cast Iron—Class 20	as cast	-	-	22	152	83	572	156
Gray Cast Iron—Class 30	as cast	-	-	32	221	109	752	210
Gray Cast Iron—Class 40	as cast	-	-	42	290	140	965	235
Gray Cast Iron—Class 50	as cast	-	-	52	359	164	1 131	262
Gray Cast Iron—Class 60	as cast	-	-	62	427	187	1 289	302
Ductile Iron 60-40-18	annealed	47	324	65	448	52	359	160
Ductile Iron 65-45-12	annealed	48	331	67	462	53	365	174
Ductile Iron 80-55-06	annealed	53	365	82	565	56	386	228
Ductile Iron 120-90-02	Q & T	120	827	140	965	134	924	325

* *Properties of Some Metals and Alloys*, International Nickel Co., Inc., N.Y.; *Metals Handbook*, American Society for Metals, Materials Park, Ohio.

Table C-8 Mechanical Properties for Some Stainless Steel Alloys

Data from INCO.* Approximate Values. Consult Material Manufacturers for More Accurate Information

Stainless Steel Alloy	Condition	Tensile Yield Strength (0.2% offset)		Ultimate Tensile Strength		Elongation over 2 in	Brinell or Rockwell Hardness
		kpsi	MPa	kpsi	MPa	%	
Type 301	strip annealed	40	276	110	758	60	85HRB
	cold rolled	165	1 138	200	1 379	8	41HRC
Type 302	sheet annealed	40	276	90	621	50	85HRB
	cold rolled	165	1 138	190	1 310	5	40HRC
Type 304	sheet annealed	35	241	85	586	50	80HRB
	cold rolled	160	1 103	185	1 276	4	40HRC
Type 314	bar annealed	50	345	100	689	45	180HB
Type 316	sheet annealed	40	276	90	621	50	85HRB
Type 330	hot rolled	55	379	100	689	35	200HB
	annealed	35	241	80	552	50	150HB
Type 410	sheet annealed	45	310	70	483	25	80HRB
	heat treated	140	965	180	1 241	15	39HRC
Type 420	bar annealed	50	345	95	655	25	92HRB
	heat treated	195	1 344	230	1 586	8	500HB
Type 431	bar annealed	95	655	125	862	25	260HB
	heat treated	150	1 034	195	1 344	15	400HB
Type 440C	bar annealed	65	448	110	758	14	230HB
	Q & T @ 600°F	275	1 896	285	1 965	2	57HRC
17-4 PH (AISI 630)	hardened	185	1 276	200	1 379	14	44HRC
17-7 PH (AISI 631)	hardened	220	1 517	235	1 620	6	48HRC

* *Properties of Some Metals and Alloys*, International Nickel Co., Inc., New York.

Table C-9 Mechanical Properties for Some Carbon Steels

Data from Various Sources.* Approximate Values. Consult Material Manufacturers for More Accurate Information

SAE / AISI Number	Condition	Tensile Yield Strength (0.2% offset)		Ultimate Tensile Strength		Elongation over 2 in	Brinell Hardness
		kpsi	MPa	kpsi	MPa	%	-HB
1010	hot rolled	26	179	47	324	28	95
	cold rolled	44	303	53	365	20	105
1020	hot rolled	30	207	55	379	25	111
	cold rolled	57	393	68	469	15	131
1030	hot rolled	38	259	68	469	20	137
	normalized @ 1 650°F	50	345	75	517	32	149
	cold rolled	64	441	76	524	12	149
	quench & temper @ 1 000°F	75	517	97	669	28	255
	quench & temper @ 800°F	84	579	106	731	23	302
	quench & temper @ 400°F	94	648	123	848	17	495
1035	hot rolled	40	276	72	496	18	143
	cold rolled	67	462	80	552	12	163
1040	hot rolled	42	290	76	524	18	149
	normalized @ 1 650°F	54	372	86	593	28	170
	cold rolled	71	490	85	586	12	170
	quench & temper @ 1 200°F	63	434	92	634	29	192
	quench & temper @ 800°F	80	552	110	758	21	241
	quench & temper @ 400°F	86	593	113	779	19	262
1045	hot rolled	45	310	82	565	16	163
	cold rolled	77	531	91	627	12	179
1050	hot rolled	50	345	90	621	15	179
	normalized @ 1 650°F	62	427	108	745	20	217
	cold rolled	84	579	100	689	10	197
	quench & temper @ 1 200°F	78	538	104	717	28	235
	quench & temper @ 800°F	115	793	158	1 089	13	444
	quench & temper @ 400°F	117	807	163	1 124	9	514
1060	hot rolled	54	372	98	676	12	200
	normalized @ 1 650°F	61	421	112	772	18	229
	quench & temper @ 1 200°F	76	524	116	800	23	229
	quench & temper @ 1 000°F	97	669	140	965	17	277
	quench & temper @ 800°F	111	765	156	1 076	14	311
1095	hot rolled	66	455	120	827	10	248
	normalized @ 1 650°F	72	496	147	1 014	9	13
	quench & temper @ 1 200°F	80	552	130	896	21	269
	quench & temper @ 800°F	112	772	176	1 213	12	363
	quench & temper @ 600°F	118	814	183	1 262	10	375

* *SAE Handbook*, Society of Automotive Engineers, Warrendale, Pa.; *Metals Handbook*, American Society for Metals, Materials Park, Ohio.

Table C-10 Mechanical Properties for Some Alloy and Tool Steels

Data from Various Sources.* Approximate Values. Consult Material Manufacturers for More Accurate Information

SAE / AISI Number	Condition	Tensile Yield Strength (0.2% offset)		Ultimate Tensile Strength		Elongation over 2 in	Brinell or Rockwell Hardness
		kpsi	MPa	kpsi	MPa	%	
1340	annealed	63	434	102	703	25	204HB
	quench & temper	109	752	125	862	21	250HB
4027	annealed	47	324	75	517	30	150HB
	quench & temper	113	779	132	910	12	264HB
4130	annealed @ 1 450°F	52	359	81	558	28	156HB
	normalized @ 1 650°F	63	434	97	669	25	197HB
	quench & temper @ 1 200°F	102	703	118	814	22	245HB
	quench & temper @ 800°F	173	1 193	186	1 282	13	380HB
	quench & temper @ 400°F	212	1 462	236	1 627	10	41HB
4140	annealed @ 1 450°F	61	421	95	655	26	197HB
	normalized @ 1 650°F	95	655	148	1 020	18	302HB
	quench & temper @ 1 200°F	95	655	110	758	22	230HB
	quench & temper @ 800°F	165	1 138	181	1 248	13	370HB
	quench & temper @ 400°F	238	1 641	257	1 772	8	510HB
4340	quench & temper @ 1 200°F	124	855	140	965	19	280HB
	quench & temper @ 1 000°F	156	1 076	170	1 172	13	360HB
	quench & temper @ 800°F	198	1 365	213	1 469	10	430HB
	quench & temper @ 600°F	230	1 586	250	1 724	10	486HB
6150	annealed	59	407	96	662	23	192HB
	quench & temper	148	1 020	157	1 082	16	314HB
8740	annealed	60	414	95	655	25	190HB
	quench & temper	133	917	144	993	18	288HB
H-11	annealed @ 1 600°F	53	365	100	689	25	96HRB
	quench & temper @ 1 000°F	250	1 724	295	2 034	9	55HRC
L-2	annealed @ 1 425°F	74	510	103	710	25	96HRB
	quench & temper @ 400°F	260	1 793	290	1 999	5	54HRC
L-6	annealed @ 1 425°F	55	379	95	655	25	93HRB
	quench & temper @ 600°F	260	1 793	290	1 999	4	54HRC
P-20	annealed @ 1 425°F	75	517	100	689	17	97HRB
	quench & temper @ 400°F	205	1 413	270	1 862	10	52HRC
S-1	annealed @ 1 475°F	60	414	100	689	24	96HRB
	quench & temper @ 400°F	275	1 896	300	2 068	4	57HRC
S-5	annealed @ 1 450°F	64	441	105	724	25	96HRB
	quench & temper @ 400°F	280	1 931	340	2 344	5	59HRC
S-7	annealed @ 1 525°F	55	379	93	641	25	95HRB
	quench & temper @ 400°F	210	1 448	315	2 172	7	58HRC
A-8	annealed @ 1 550°F	65	448	103	710	24	97HRB
	quench & temper @ 1 050°F	225	1 551	265	1 827	9	52HRC

* *Machine Design Materials Reference Issue*, Penton Publishing, Cleveland Ohio; *Metals Handbook*, ASM, Materials Park, Ohio.

Table C-11 Mechanical Properties of Some Engineering Plastics

Data from Various Sources.* Approximate Values. Consult Material Manufacturers for More Accurate Information

Material	Approximate Modulus of Elasticity E		Ultimate Tensile Strength		Ultimate Compressive Strength		Elongation over 2 in	Max Temp	Specific Gravity
	Mpsi	GPa	kpsi	MPa	kpsi	MPa	%	°F	
ABS	0.3	2.1	6.0	41.4	10.0	68.9	5 to 25	160–200	1.05
20–40% glass filled	0.6	4.1	10.0	68.9	12.0	82.7	3	200–230	1.30
Acetal	0.5	3.4	8.8	60.7	18.0	124.1	60	220	1.41
20–30% glass filled	1.0	6.9	10.0	68.9	18.0	124.1	7	185–220	1.56
Acrylic	0.4	2.8	10.0	68.9	15.0	103.4	5	140–190	1.18
Fluoroplastic (PTFE)	0.2	1.4	5.0	34.5	6.0	41.4	100	350–330	2.10
Nylon 6/6	0.2	1.4	10.0	68.9	10.0	68.9	60	180–300	1.14
Nylon 11	0.2	1.3	8.0	55.2	8.0	55.2	300	180–300	1.04
20–30% glass filled	0.4	2.5	12.8	88.3	12.8	88.3	4	250–340	1.26
Polycarbonate	0.4	2.4	9.0	62.1	12.0	82.7	100	250	1.20
10–40% glass filled	1.0	6.9	17.0	117.2	17.0	117.2	2	275	1.35
HMW Polyethylene	0.1	0.7	2.5	17.2	-	-	525	-	0.94
Polyphenylene Oxide	0.4	2.4	9.6	66.2	16.4	113.1	20	212	1.06
20–30% glass filled	1.1	7.8	15.5	106.9	17.5	120.7	5	260	1.23
Polypropylene	0.2	1.4	5.0	34.5	7.0	48.3	500	250–320	0.90
20–30% glass filled	0.7	4.8	7.5	51.7	6.2	42.7	2	300–320	1.10
Impact Polystyrene	0.3	2.1	4.0	27.6	6.0	41.4	2 to 80	140–175	1.07
20–30% glass filled	0.1	0.7	12.0	82.7	16.0	110.3	1	180–200	1.25
Polysulfone	0.4	2.5	10.2	70.3	13.9	95.8	50	300–345	1.24

* *Modern Plastics Encyclopedia*, McGraw-Hill, New York; *Machine Design Materials Reference Issue*, Penton Publishing, Cleveland, Ohio.

REFERANSLAR

M. Oktay ALNIAK, GYTE 2010, Malzemelerin Yüksek Sıcaklık Davranışları Ders Notları

M. Oktay ALNIAK, GYTE, 2010 Süper Alaşımların Davranışları Ders Notları

M. Oktay ALNIAK, 2011, Bahçeşehir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi ve Meslek Yüksek Okulu Mekatronik Ders Notları

M. Oktay ALNIAK, GYTE Malzeme Bilimi Mühendisliği Bölümündeki 2005-2010 Yılı "Malzeme Bilimi Kitabı"

Dursun DURKAL, İbrahim TÜRKOĞLU, "Hidrolik ve Laboratuvarı Temel Ders Kitabı", Milli Eğitim Bakanlığı yayınları 4020, Ders kitapları Dizisi 986, ISBN 975-11-2583-9 M.E.B. 2006, İstanbul

Dursun DURKAL, İbrahim TÜRKOĞLU, "Pnömatik ve Laboratuvarı Temel Ders Kitabı", Milli Eğitim Bakanlığı yayınları 4023, Ders kitapları Dizisi 989, ISBN 975-11-2580-4 M.E.B., 2006 İstanbul

Robert N. LORTON, Machine Design, Pearson, 2011 E. Paul Degarmo, J T. Black, "Materials and Processes in Manufacturing,Wiley International Edition, 2003

Ş. Tunç ALNIAK, Bedri TUÇ, 2006, Bakır Alaşımlarının Yüksek Sıcaklık Davranışları, MS 58 ve MS 72'nin Yüksek Sıcaklık Davranışlarının İncelenmesi, Master Tezi, Gazi Üniversitesi, ANKARA

Manufacturing Formullary, BAU ENG 3007 Ders Notları, 2012 Makine Mühendisleri için Pratik Bilgiler Sitesi: Mak. Müh. Feridun DENGİZEK http:// muhendislikbilgileri.com

KONU İNDEKSİ

0-9

2/2 Yön Kontrol Valfi, 259
2/2 Yön Kontrol Valfleri, 212
2/2'lik Kartriç Çek Valfler, 233
3/2 Yön Kontrol Valfi, 261
3/2 Yön Kontrol Valfleri, 213
3D Operatıons, 406
4/2 Yön Kontrol Valfi, 263
4/2 Yön Kontrol Valfleri, 214
4/3 Yön Kontrol Valfi, 264
5/2 Yön Kontrol Valfi, 265
5/3 Yön Kontrol Valfi, 266

-A-

Açık – Devre, 379
Açık Kalıp Dövme, 143
Açısal Hareketi Doğrusal Harekete Dönüştüren Formüller, 36
Açma Valfi, 272
Açmanın Geciktirilmesi, 292
Admitans, 394
Admitans, 396
Ağırlık Birim Ölçüleri, *2*
Ağırlık Formülü, 35
Akım Bölücü Devre, 388
Akım, 362
Akış Ayar Valfleri, 238
Akış Ayar Valfleri, 239
Akış Dağıtıcıları, 246
Akış Kısma Valfleri, 237
Akış Kontrol Valfleri, 235
Akış Kontrol Valfleri, 238

Akış Kontrol Valfleri, 240
Akış Kontrol Valfleri, 279
Akış Kontrol Valflerinin Bağlantı Ölçüleri, 248
Akış Kontrol Valflerinin Çeşitleri, 236
Akış Kontrol Valflerinin Montajı, Bakım Ve Onarımı, 249
Akış Kontrol Valflerinin Tanımı ve Görevleri, 235
Akma Gerilmesi, 137
Akü Doldurma Valfleri, 318
Alan Birimleri Örnekleri, *2*
Alaşım, 116
Alçak Geçirgen Süzgeç, 398
Alıcı – Verici Duyargalar, 296
Anizotropi, 147
Ankastre Kirişte Kesme Kuvveti, 69
Araçlarda Cıvata Hesabı Yapılması, 64
Atalet Momenti, 35
Autocad Arayüzünde Var Olan Araçlar, 401

-B-

Bakır Esaslı Malz. Deformasyonu Konusunda Yapılmış Çalışma,124
Bakır Esaslı Malzemelerin Yüksek Sıcaklıkta Deformasyonu, 125
Basınç Ayar Valfi, 276
Basınç Birimleri Örnekleri, *2*
Basınç Düşürme Valfleri, 320
Basınç Emniyet Valfleri (Basınç Sınırlama Valfleri), 269
Basınç Emniyet Valfleri, 310
Basınç Formülü, 36
Basınç Kontrol Valfleri, 269
Basınç Kontrol Valfleri, 309
Basınç Kontrol Valflerinin Bağlantı Ölçüleri, 323
Basınç Kontrol Valflerinin Çeşitleri, 310
Basınç Kontrol Valflerinin Kullanımı ve Bakımı, 324
Basınç Kontrol Valflerinin Montajı, 324

Basınç Kontrol Valflerinin Tanımı ve Görevi, 309
Basınç Ölçülerinin Eşdeğerleri, 4
Basınç Regülatörü (Ayarlanabilir Tahliyeli), 276
Basınç Regülatörü (Ayarlanabilir Tahliyesiz), 275
Basınç Sınırlama Valfi, 310
Basınç Sıralama Valfleri, 315
Basınç ve Yer Çekimi Hakkında Bilgi, 53
Basınçlı Havanın Akış Yönünün Tanımlanması, 257
Basınçlı Kapılarda Gerilme, 70
Basınçlı Tüpler, 70
Basit Çek Valfler, 230
Basma Özellikleri, 132
Bernoulli Denklemi, 330
Bilgisayar Destekli Teknik Çizim, 401
Bilyeli Tip Yön Kontrol Valfleri, 210
Bir Dairede Açısal Yol
Bir Dairede Çevresel Yol, 34
Bir Dişlide Dairesel Hatve (Circular Pitch) , 64
Bir Şaft'ın 2b Ve 3b Çizim Uygulaması, 408
Birimler, 1
Birinci – Mertebe Devreler, 392
Boşaltma Valfleri, 318
Boşaltmalı Tip Ön Uyarılı Basınç Kontrol Valfleri, 313
Boyle Marriotte Kanunu, 7
Bronz, 127
Burulma Atalet Momenti, 34

-C & Ç-

Cad-Cam Nedir?, 401
Charles Kanunu, 7
Coulomb Yasası, 358
Çabuk Egzoz Valfi, 281
Çek Valfler (Tek Yönlü), 229
Çek Valfler, 278

Çek Valflerinin Çeşitleri, 230
Çek Valflerle İlgili Örnek Devreler, 233
Çek Valfli Akış Kontrol Valfleri, 239
Çek Valfli Akış Kontrol Valfleri, 280
Çekme Ve Basma Deneyleri, 196
Çevre Denklemleri, 391
Çevresel Hız, 35
Çift Çek Valfli Akış Kontrol Valfleri, 240

-D-

Dairede Çevre Hızı, 69
Debi, 69
Deformasyon Hızı Ve Etkileri, 140
Deformasyon, 67
Değerlendirmeler Ve Tablolar, 413
Devirler ve Dişliler Arasındaki Bağıntı, 64
Direncin Sıcaklıkta Değişimi, 369
Direnç Bağlantılarına Giriş, 371
Direnç, 366
Direnç, 378
Direnç, 384
Direnç, 393
Direnç, 395
Dirençte Harcanan Güç Ve Enerji, 379
Diskli Tip Yön Kontrol Valfleri , 210
Dişli Çiftlerinde Devir Ve Diş Sayısı Hesabı, 64
Dişli Formülleri ve Hatve Bilgileri, 66
Dişlilerde Hatve Hesabı, 64
Doğrudan Uyarılı Basınç Düşürme Valfleri, 320
Doğrudan Uyarılı Basınç Kontrol Valfleri, 311
Doğrudan Uyarılı Basınç Sıralama Valfleri, 316
Dönen Millerde Tork, 71
Döner Sürgülü Valf, 211
Dönüşsüz Valf, 278

Draw – Çizim Komutları, 404
Düğüm ve Çevre Denklemleri, 390

-E-

Eğilme Momenti Uygulanan Miller, 63
Eğim, 69
Eksenel Sürgülü Valf, 211
Elektrik – Elektronik, 377
Elektrik Birimi Örnekleri, 3
Elektrik Enerjisi Ve Gücü, 363
Elektriksel Bileşenlerin Bağlantı Biçimleri, 384
Elektriksel Süzgeçler, 397
Empedans, 394
Empedans, 395
Enerji Alanında Araştırma Konuları, 28
Enerji ve Güç Birimleri, 7
Enerji ve Güç, 3
Enerji ve Termodinamik,
Etkin (Kok Veya Rms) Değer, 380

-F-

Fazör Gösterimi, 396
Fazör, 396
Frekans Bölgesinde R, L, C Devreleri, 393
Frekans Tepkisi, 397
Frekans, 35
Frezeleme Hesapları,193

-G-

Gay Lussac Kanunu, 7
Genel Bir Elektriksel İki-Uçlu Bileşen ve Uç Gerilimi Ve Akımı İçin İlgili Referans Yönler, 377
Gerçek Deformasyon, 67
Gerçek Deformasyonu Sağlayan Gerçek Gerilme, 68

Geri Basınç Duyargası, 300
Gerilim Bölücü Devre,387
Gerilim Giderme Tavı, 115
Gerilim Giderme, 108
Gerilim ve Akım Bölücü Devreler, 387
Gerilim, 361
Gerilme ve Deformasyon (Gerinme), 67
Gerilme ve Deformasyon Hakkında Açıklama, 68
Görüntü Kontrol Komutları, 403
Güç Birimleri Örnekleri, 3
Güç, 35
Güç, 379

-H-

Harcanan Enerji, 380
Hız Birimleri Örnekleri, *2*
Hidrolik Akış Kontrol Valfleri
Hidrolik ve Pnömatik Mekanizmalar, 209
Hidrolik ve Pnömatik Problemleri, 327
Hidrolik ve Pnömatik Sistemler, 327
Hidrolik Yön Kontrol Valfleri, 209

-I&İ-

Isıl İşlemler, 108
İdeal Bağımsız Akım Kaynağı, 382
İdeal Bağımsız Gerilim Kaynağı, 382
İdeal Bağımsız Kaynaklar, 382
İdeal Süzgeç, 398
İki Yollu Akış Kontrol Valf, 241
İki Yollu Akış Kontrol Valfi; Boşaltım Hattında (Primer) Kumanda, 244
İkinci – Mertebe Devreler, 392
İkiz Çek Valfli Kısma Valfi, 240
İmalat Hesapları Hakkında Bilgiler, 181
İmalat Hesapları, 181
İmalat Kesme Hızı Uygulamaları, 186

İmalat Malzemeleri ve İmal Usulleri Hakkında Sorular, 184
İmalatta Kesme Takımı Ömür Hesapları, 185
İnce Cidarlı Kaplarda Gerilme, 70
İnce Cidarlı Tüp İmalatına Örnekler, 89
İndüktör , 380
İndüktör , 385
İndüktör, 394
İndüktör, 395
İş Birimleri Örnekleri, 2
İzotermal Şekillendirme, 139

-J-

Jw – Bölgesinde Rlc Devreleri, 395

-K-

Kalori, Joule, Btu İlişkileri, 8
Kapama Valfi, 288
Kapamanın Geciktirilmesi, 294
Kapasitör , 386
Kapasitör, 381
Kapasitör, 39Q
Kapasitör, 395
Kaynak Öldürme, 389
Kesilebilir Jet Duyargalar, 297
Kesme Hesapları, 198
Kısa – Devre, 379
Kirchoff Akım Yasası (KAY), 383
Kirchoff Gerilim Yasası (KGY), 383
Kirchoff Yasaları, 383
Koniklik, 69
Konum Durumuna Göre Yön Kontrol Valfleri, 255
Konum Sayısı, 255
Kosinüs Teoremi, 33

Kullanılan Yağlayıcılar, 143
Kuvvet Birimleri Örnekleri, 1
Kütle Birimleri Örnekleri, 2

-M-

Makine Bilgisi, 61
Makine Ve Mukavemet Bilgisi, 61
Malzeme Bilimi Çözülmüş Problemler, 154
Malzeme Bilimi Soruları Ve Cevapları, 109
Malzeme Bilimi Ve Malzeme Seçimi, 105
Malzeme Bilimi, 105
Malzeme Özellikleri Soru Ve Cevapları, 106
Malzeme Tanımları, 126
Malzemelerin Mekanik Özellikleri, 129
Matkap Hesapları, 188
Matkaplarda Delme Süresi, 189
Matkaplarda İmalat Zamanı, 191
Mekanik, 33
Mekank Uygulamalar, 33
Menevişleme, 108
Menevişleme, 116
Metal İşlemede Oluşan Sürtünme, 142
Metal İşleminde Davranışlar, 136
Metal Şekillendirmede Sıcaklık, 138
Milin Taşıdığı Tork Nedir ?, 98
Milin Yüzeyindeki Maksimum Gerilme, 34
Millerde Burulma Gerilmesi Ve Mil Çapı Hesabı, 62
Millerin Hesabında Tork, Güç (Hp), N (Devir Sayısı) Formülü, 62
Modelspace – Model Boşluğu, 401
Modify – Düzenleme Komutları, 405
Motorlarda ve Araçlarda Mil Çapı Hesabı Formülü, 98

-N-

Normalde Açık Zaman Geciktirme Valfleri, 290
Normalde Açık, 219
Normalde Kapalı Zaman Geciktirme Valfi, 292
Normalde Kapalı, 218
Normalize Tavı, 115
Norton Eşdeğer Devresi, 389
Nötr Eksenden C Mesafedeki Gerilme, 34

-O&Ö-

Oluşan Sürtünme Ve Yağlama, 142
Orta Sıcaklıkta (Ilık) Şekillendirme, 138
Ortalama Akma Gerilmesi, 137
Ortalama Güç, 380
Osnap – Nesne Kenetleme, 402
Oturmalı Tip Valfler, 253
Oturmalı Tip Yön Kontrol Valfleri, 210
Ölçü Birimi, 402
Ön Uyarılı Kontrol Valfleri, 312
Ön Uyarılı (Pilot Kumanda) Çek Valfler, 230
Ön Uyarılı Basınç Düşürme Valfleri, 321
Ön Uyarılı Basınç Sıralama Valfleri, 317
Özel Valfler, 281

-P-

Paralel Bağlı Dirençler, 385
Paralel Bağlı İndüktörler, 386
Paralel Bağlı Kapasitör, 386
Parçaların Birleştirilmesiyle İlgili Sorular, 204
Pirinç, 116

Pirinç, 126
Pnömatik Sinyal Vericiler, 296
Pnömatik Valfler, 252
Pnömatik Zaman Geciktirme Valfleri, 289
Polikristal Yapılı Metallerin Plastik Deformasyonu, 147
Pompalarda Güç Formülleri Ve Terminoloji, 327Physical Properties Of Some Engineering Materials, 435
Pirinç, 116, 127
Pnömatik Sinyal Vericiler, 296
Pnömatik Valfler, 253
Pnömatik Zaman Geciktirme Valfleri, 289
Polar Atalet Moment, 62
Polikristal Yapılı Metallerin Plastik Deformasyonu, 148
Pompalarda Güç Formülleri ve Terminoloji, 327
Previous, 408
Properties Of Materials, 427

-R-

Reflex (Refleks) Duyarga, 298
Regülatör, 241
Rekristalizasyon Sıcaklığı, 135

-S-

Sabit Akış Kontrol Valfleri, 280
Sanayide Karşılaşılabilecek Terminoloji, 327
S-Bölgesinde RLC Devreleri, 393
Selenoid Uyarı İle Açılabilen Ön Uyarılı Basınç Kontrol Valfi, 315
Sementasyon, 116
Seri Bağlı Dirençler, 384
Seri Bağlı İndüktörler, 385
Seri Bağlı Kapasitör, 386
Sıcak Dayanım ve Sertlik, 135
Sıcak Şekillendirme, 139
Sıcaklığın Özellikler Üzerindeki Etkisi, 134
Sıralama Valfleri, 272

Sızıntı Hatlı Ön Uyarılı (Pilot Kumanda) Çek Valfler, 231
Sinüs Teoremi, 33
Soğuk Şekillendirme, 138
Sonsöz, 415
Spiral Dişlili Bir Krikoda Dişlinin Hatvesi, 70
Statik Durumlarda Denge Koşulu, 34
Statik Elektrik, 357
Su Motorlarında Güç Hesabı, 329
Su Verme İşlemi, 116
Su Verme, 108
Susturucu, 282
Susturucu, 282
Süperpozisyon Kuralı, 390
Sürgülü Tip Valfler, 254
Sürgülü Tip Yön Kontrol Valfleri, 211

-T-

Talaş Kütlesi Hesaplama, 187
Tane Boyutu, 146
Tane Büyümesi, 148
Tane Sınırlarının Etkileri, 146
Tane ve Tane Yapısı, 145
Tasarım Ve İmalat Yönünden Yön Kontrol Valfleri, 210
Temel Elektrik, 357
Temel Isıl İşlemler, 115
Thevenin Eşdeğer Devresi, 388
Thevenin ve Norton Eşdeğer Devreleri Ve Süperpozisyon Kuralı, 388
Tork ve Güç Hesap Örnekleri, 64
Torna ve Matkap İle Kesme Ve Delmede Formüller, 182
Tornalarda İmalat Zamanı, 192

-U&Ü-

Uzunluk Birimleri Örnekleri, 2
Üç Yollu Akış Kontrol Valfi, 241

-V-

Valf Kumandası ve Çeşitleri, 215
Valf Tanımları ve Çeşitleri, 212
Valfler Üzerinde Bulunan Harf ve Rakamların Anlamları, 222
Valflerin Kumanda Şekilleri, 267
Valflerin Merkez Konumları, 219
Valflerin Pozisyon Durumları, 217
Valflerin Tanımlanması, 212
Valflerin Yol Sayısı, 216
Ve Valfi, 286
Vektörlerin Skaler Çarpımı, 34
Vektörlerin Vektörel Çarpımı, 34
Veya Valfi, 283

-Y-

Yansıma Memesi, 298
Yay Sabiti, 71
Yaylı Çek Valfler, 230
Yol Sayılarına Göre Akış Kontrol Valfleri (Akış Ayar Valfleri), 241
Yol Sayısı, 256
Yön Kontrol (Denetim) Valflerinin Kısa Yazılımları, 255
Yön Kontrol Valfleri, 252
Yön Kontrol Valflerinin Bağlantı Ölçüleri, 224
Yön Kontrol Valflerinin Bakımı ve Onarımı, 225
Yön Kontrol Valflerinin Tanımı, 209
Yumuşatma Tavı, 108
Yükselticiler, 301

-Z-

Zaman Birimleri Örnekleri, 2
Zaman Bölgesinde R, L, C Devreleri, 391

HOŞÇA KALIN MESAJI

1. Hoşcakalın:

Bugün kitabın içeriği ile uğraşıyorum. Beş, altı yıldır bu konuda çalışıyorum. Oldukça sabırlıymışım...

Aklıma geldi ve yazıyorum. 05.09.2015 tarihinde BAU'dan ayrılıyorum. 39 yıl TSK'da, 1 yıl SDÜ'de, 1 yıl UKÜ'de, 11 yıl BAU'da çalıştım. Şimdi sanki emekli oluyorum.

Uzun yıllardır beraber çalıştığımız değerli arkadaşlarım, sevgili öğrencilerim; kitaplarımla, kongrelerimle, çalıştaylarımla ve Türk – Alman Bilim Yılı kapsamında gerçekleştirilen "Max Planck Science Tunnel Exhibition" hatıralarımla, güzel derslerimizle beni hatırlayınız. Benim talebelerim profesör ve general oldular. İnşallah bu kitabı okuyanların da Profesör, Bakan ve General rütbelerine yükselmelerini dilerim. Siz yüceldikçe biz seviniriz... Siz iyi eğitim ile değerli olursanız, memleketimiz kalkınır. Hepimiz çağdaş ve iyi insanlar oluruz. Geleceğimiz parlak ve güvenli olur. Ekmek paramızı çalışarak kazanabiliriz. Kimselere muhtaç olmayız. Bilim ve teknoloji insanların daha mutlu ve rafah içinde yaşaması için gelişiyor. Onu amacı doğrultusunda kullanmak ve insanlığa fayda sağlamak amacımız olmalıdır.

Selam ve sevgilerimi sunarım. 22.08.2015 Sarıyer / İSTANBUL

Bu çalışmaya son olarak Rabia ENSAR ve Nazmi MERT talebelerimiz emek verdiler. Değerli Ahmet SOLBAŞ bu kitabın düzeltmelerini sabırla ve dikkatle tamamladı. Geçen hafta 17 Mart 2017 Cuma günü kitabın son taslağını getirdi. Çok emek! Bugün son düzeltmelerini tamamladım. Ahmet Solbaş'a bilhassa teşekkür ederim. Kitabın içeriği hakkında olumlu düşünüyorum. Çok faydalı olmasını dilerim. 21.03.2017

Okurlara Mesaj...

2. Amacın Önemi:

Bu kitap Türkiye Cumhuriyeti'nde bilim ve teknolojiyle uğraşan öğrencilere, öğretmenlere ve teknik personele faydalı olması amacıyla hazırlanmıştır. Bu güne kadar yapabildiğim teknik ve sosyal çalışmalar içerisinde bence bu çalışmanın özel bir yeri vardır. Beş-altı yıllık bir emeği gerektirmiştir.

Teknik personel için hazırlanmış olan teorik ve pratik bilgileri kapsayan bu çalışmanın ilgililere faydalı olmasını temenni ederim. Emniyetli iş yapın. İşlerimiz biraz geç olsun, ama güç olmasın! Her yaptığınız işte önce emniyet faktörlerini kontrol ediniz.

Bu konular ve problemler derslerimde kendi işlediğim ve kendi çözdüğüm problemlerdir. Sonuçları iyi kontrol etmek gerekir. Hatasız kul olmaz. Bu işi kendisine görev bilecek bir asistana ihtiyacım vardır! Formülleri esas alınız. Doğru olarak kullanınız.

"Ben bu çalışmaya çok emek verdim, benim tam zamanlı çalışan asistanlarım yoktur, bu sebeple önemli bir işi bizatihi başardığımı değerlendiriyorum" diye kendi kendime düşünürken, bu düşüncemin doğru olmadığı kanaatine vardım. Takdir etmek gerekir ki, bu çalışmaya emek veren çok değerli arkadaşlarım ve öğrenci asistanlarım var. İşte bu sebeple, "Benim görevim sadakatle çalışmak, öğrenmek, öğrendiklerimi aktarmak, gençlere olabildiğince iyi örnek olmak" diye düşündüm. Bu çalışmaya emek veren herkese teşekkürlerimi, sevgi ve takdirlerimi sunarım.

3. Sonuçlar:

Değerli Okurlarım;

Kitabımızın son sayfalarına not düşüyorum. Teknik insanlık içindir. Daha medeni bir yaşam için katkı sağlayınız. Bir yıldız olun. Yaptığınız işlerde fark edilin. Bir işi kabul ederken dikkatle düşünün. İşini severek yapanlar çok başarılı olurlar. Bir işi kabul ettikten sonra işiniz en önemli göreviniz olmalıdır.

Bu kitabın hazırlanması evrelerinde asistanlarım Aylin Çelik Turan ve Ahmet Solbaş çok emek verdiler. Kendilerine bir daha teşekkürlerimi ve takdirlerimi sunarım. Bir kuru teşekkür için kendini işine ve topluma adayanlardan olalım. Dostlarımızın bir kuru teşekkürü bizim için çok değerlidir. Hayatta beklediğimiz biraz saygı ve vefadır. Başka bir beklentimiz yoktur. Teşekkür gerekli midir? Belki karnımızı doyurmaz, ancak ruhumuzu doyurur. Bu cihetle, hem de pek gereklidir...

Acele iş yapmayınız. Her işte sabırlı ve akıllı olunuz. Yolda giderken doğru yolda olup olmadığınızı nasıl kontrol ediyorsanız problem çözerken de çözüm yolunun ve yaptığınız işlemlerin doğru olup olmadığını kontrol ediniz.
Bölüm yazarlarımızın emeklerini pek takdir ediyorum. Büyük emek ve sabır isteyen bir çalışmayı tamamlamış olmaktan bahtiyarım. Siz de bu kitabı okudukça nasıl bir gayretin ve emeğin ürünü olduğunu göreceksiniz. Çalışmamızın faydalı olmasını temenni ederim. Bu kitabı bir kişi okur ve kazandığı bilgi ile faydalı bir iş yaparsa biz görevimizi yapmış sayılırız. Hepinize selam, saygı ve takdirlerimi sunarım.

Tarihten bir anı:
22 Şubat 2016 tarihini yazarken gönlümde bir eziklik hissettim. 22 Şubat 1962 tarihinde Kara Harp Okulu'nda 2. Sınıf öğrencisiydim.
Aradan 54 yıl geçmiş! Tarihle uğraşanlar veya o günleri yaşayanlar bu notu değerlendireceklerdir.
Hayatın acı taraflı tecrübeleri bizi etkiliyor. Ülkeleri de etkiliyor…
Türkiye'miz yakın tarihte o günden bugüne uygarlaşmayı arıyor. Uygarlaşma uzun bir yol. Bilgi, teknik, kültür gerektiriyor.
Memleketimizde adalet, eğitim, kalkınma, barış medeniyet alanlarında yapılacak çok iş vardır. Ülkemizde sosyal hayat ve güvenlikle ilgili sorunları bir türlü aşamadık! Uygar bir memleket olmak için çok çalışmak gerekiyor. Vatan'a hizmet eden ve bu uğurda çalışıp vefat eden, şehit olan vatandaşlarımıza, güvenlik güçlerimize Allah'tan rahmet dilerim. Hayatta olan arkadaşlarımıza, dostlarımıza, gençlerimize sağlıklı bir gelecek temin ederim. Sevgi ve saygılarımı sunarım.

4. Öneriler:

Değerli Okurlarım;

Hayatta çok konuşan kişilere itibar etmeyiniz! Az konuşan, çok iş yapan kişileri gönlünüzde yüceltiniz. Bu kişileri örnek alınız.Yalan bir makinedir. Kendi yalanlarını uydurur ve söylenen yalanın üstünü örtmeye çalışır. Bir taraftan bir yalanın üstünü örterken, diğer taraftan binlerce yalan açığa çıkar. Yalan ve gerçek olmayan işler vakit kaybıdır. En kolayı dürüst olmaktır. Yalan söylemeyin, çalmayın, adaletsizlik yapmayın hiç başınız ağrımaz. Sizi herkes sever, size güvenirler. Bu konular önemlidir. Bu çalışmayı yaparken sabırlı ve akıllı olmaya çalıştım. Bazen basit görününen işler zor olur. Sizinle ben de güzel konular öğrendim. Bu kitap makine, mekatronik, elektrik ve endüstri mühendisleri için çok faydalıdır. Öğretim üyeliği vefalı, dürüst kişilerin başarıyla yapabilecekleri bir meslektir. Memlekete faydalı iş yapmak isteyenler öğretim üyesi olsunlar.

İyi öğretmen, iyi eğitim, iyi insanlar demektir. İyi insanlar teknikte, sağlıkta, adalette, uygarlıkta faydalı işler yaparlar. Böylece kalkınırız. Uygarca yaşamak umuduyla, sevgi ve takdirlerimle hoşcakalınız.
23.03.2017 Tuzla / İSTANBUL

Değerli Okurlarım;

Yaklaşık üç dört ay daha geçti. Bu kitabı bir türlü okuyucu ile buluşturamadım. Derslerimiz, sınavlarımız derken zaman su gibi akıyor. Biz de fırsat buldukça üzerinde çalışıyoruz. Bu yıl Piri Reis Üniversitesi'nde birkaç öğrencimin yardımı ile çalışmanın sonuna geldik. Çalışmalarımızda acele edilmemesini, fakat dikkat edilmesini isterim."Bu kitabı okuyan çok şey öğrenir ve onlara da faydalı olur" diye düşünürüm. Sonuç olarak bazı düzeltmeler daha yaparak kitabı biraz daha faydalı hale getirdik. Her gün yeni bir şey öğreniyoruz. Bu işin bu kadar gecikmesine sebep olan faktörler olduğu gibi, çok emek veren değerli yardımcılarım da oldu. Bu vesile ile bana katkı sağlayan Piri Reis Üniversitesi'nden öğrencilerim Aslı ERÇETİN'e ve Ayça AYTAÇOĞLU'na teşekkür ederim. Ayrıca İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Mehmet ÇAĞLAR'a faydalı katkıları nedeniyle teşekkür ederim. Yine bir bayram tatilinde bu işi bitirelim arzusuyla kitabımızın son kontrollerini tamamlıyoruz. Hepinize en iyi dileklerimi sunarım. Kitabın okurlara faydalı olmasını dilerim.

20.06.2018 Eğirdir/ Isparta

Yüksek Basınca Dayanıklı Hidrojen Tüpü SANTEZ-123 Projesi

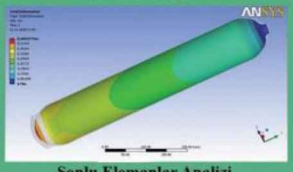
Prof. Dr. M. Oktay Alnıak
Bahçeşehir Üniversitesi

Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'nın sorumluluğunda; Bahçeşehir Üniversitesi liderliğinde; 01.09.2007 tarihinde "Kompozit Hidrojen Tanklarının İmalatı" adlı bir proje başlatılmıştır.
-Proje Yürütücüsü:
Prof. Dr. M. Oktay ALNIAK (Bahçeşehir Üniv.)
-Doktora Öğrencisi:
Mak. Yük. Müh. Çetin KARAKAYA (Sakarya Üniv.)
-Sanayi Ortağı:Elimsan Metalurji A.Ş.- İzmit
BAU Sorumlusu: Prof. Dr. Ali GÜNGÖR- Prof. Dr. Şenay YALÇIN
Bu projenin esası; master ve doktora öğrencilerinin mezuniyet tezlerinin somut bir sanayi projesinde kullanılmasına dayanmaktadır.

Yüksek Basınca Dayanıklı Kompozit Hidrojen Tankının Genel Görünümü

Prototipler şekilde görülen 1.000 tonluk preste üretimiştir.

Hidrolik Basınç Testleri



Sonlu Elemanlar Analizi
AL 6061 T6 150 Bar için toplam deformasyon miktarı

Kompozit sargısı yapılan tüpler
Aliminyum gövdenin kompozit sargıları yapılarak tekrar hidrostatik testine tabi tutulmuştur. Bu işleme ait bir kaç fotoğraf aşağıdadır. Bu testlerde 850+ bar basınç altında hasar oluşmamıştır.

KEYWORDS: Aliminyum liner, derin çekme, sıvama, karbonfiber takviye, gaz sızdırmazlığı

Yüksek basınçlı tanklar dört kategoriye ayrılmıştır;
Tip 1: Tamamen metal tanklar,
Tip 2: Genellikle cam yünü sargılı metal tanklar,
Tip 3: Başlangıçta cam elyaf daha sonra karbon lifinden oluşan kompozit malzemeli metal bir iç kısma sahip tanklar,
Tip 4: Temel olarak karbon lifli kompozit tanklardır (iç kısmı çoğunlukla termoplastik polimerlerden oluşmaktadır)

Prototip Tanklar

SONUÇ:
Bu proje ileri teknoloji gerektirir. Uzayda Challenger, deniz altında enerji üretiminde kullanılan hidrojeni depolamak için gereklidir. Türkiyede yerli olarak ileri teknoloji yüksek basınca dayanıklı kompozit hidrojen tüpü üretilmiştir. Alüminyum liner ve kompozit uygulamalı ilk teşebbüstür. Ar-Ge çalışmaları tamamlanmıştır. Ürünün ticarileştirilmesi beklenmektedir. Bu tüpler için beklentilerimiz şu şekildedir;

Türkiye'de bu tüplere 50.000 adete ihtiyaç olduğu değerlendirilmektedir.
Hastanelerde, Üniversitelerde, deniz araçlarında, Askeriyede kullanım yerleri mevcuttur.
LPG ve CNG'lerin ticari araçlarda bu tüplerle kullanılması emniyetli ve faydalıdır. 50.000 adet ihtiyaç olduğu değerlendirilmektedir. Bu işin ekonomiye katkısı önemlidir.

Bu proje Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının ve Türk Patent Enstitüsü'nün "Faydalı Model Belgesi" ne sahiptir.

M. Oktay ALNIAK, 9.11.2016 / İSTANBUL

Bir işe başlamak kadar, onu zamanında bitirmek önemlidir. Tekrar ifade etmek isterim; benim bugüne kadar en çok emek verdiğim ve teknik okurlar için faydalı olacağına inandığım çalışmalarımdan birisi bu kitaptır… Hiç faydalı iş yapmadan, herkesin hatasını bulmaya çalışan olmayınız! Allah çalışalım ve güzel iş yapalım diye insanlara akıl ve sabır vermiş. Kıymetini bilelim.
M. Oktay ALNIAK 17.06.2015
Revize: 24.03.2017

İletişim:
Mustafa Oktay ALNIAK
Prof. Dr. Yük. Müh., Piri Reis Üniversitesi TUZLA / İSTANBUL
05337115312
02165810050-1744
İleri Teknolojiler Çalıştayı Başkanı
moalniak@gmail.com
moalniak@pirireis.edu.tr